

**BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE
Aulacorthum solani (Kaltenbach), *Macrosiphum
euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae*
(Thomas) (Hem.: Aphididae) E *Praon volucre*
(Haliday) (Hym.: Braconidae)**

BRUNO FREITAS DE CONTI

2008

BRUNO FREITAS DE CONTI

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Aulacorthum solani*
(Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae*
(Thomas) (Hem.: Aphididae) E *Praon volucre* (Haliday) (Hym.:
Braconidae)

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Agronomia/Entomologia, área de
concentração em Entomologia Agrícola,
para a obtenção do título de "Mestre".

Orientadora

Profa. Dra. Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

De Conti, Bruno Freitas.

Biologia e exigências térmicas de *Aulacorthum solani* (Kaltenbach),
Macrosiphum euphorbiae (Thomas), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.:
Aphididae) e *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae) / Bruno Freitas De
Conti. -- Lavras : UFLA, 2008.

108 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.

Bibliografia.

1. Hemiptera. 2. Hymenoptera. 3. Desenvolvimento. 4. Tabela de vida de
fertilidade. 5. Controle biológico. 6. Pulgões. 7. Parasitóide. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 632.96
595.754

BRUNO FREITAS DE CONTI

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Aulacorthum solani*
(Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae*
(Thomas) (Hem.: Aphididae) E *Praon volucre* (Haliday) (Hym.,
Braconidae)

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Agronomia/Entomologia, área de
concentração em Entomologia Agrícola,
para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 19 de fevereiro de 2008

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio

UFU

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

ESALQ-USP

Profa. Dra. Vanda Helena Paes Bueno

UFLA
Orientadora

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1: Biologia e exigências térmicas de <i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach), <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas), <i>Uroleucon ambrosiae</i> (Thomas) (Hem.: Aphididae) e <i>Praon volucre</i> (Haliday) (Hym.: Braconidae)	
Resumoi
Abstract.....	iii
Introdução.....	01
Referências Bibliográficas	03
CAPÍTULO 2: Desenvolvimento, sobrevivência e exigências térmicas de <i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach), <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas) e <i>Uroleucon ambrosiae</i> (Thomas) (Hem.: Aphididae)	
RESUMO.....	05
ABSTRACT.....	06
INTRODUÇÃO.....	07
MATERIAL E MÉTODOS.....	09
Obtenção e criação dos pulgões.....	09
Desenvolvimento e exigências térmicas.....	09
Análise dos dados.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
Duração dos instares.....	12
Período de desenvolvimento.....	13
Sobrevivência ninfal.....	14
Temperatura base (T _b) e constante térmica (K).....	16
CONCLUSÕES.....	17
Referências Bibliográficas	18
FIGURAS.....	21
TABELAS.....	29
CAPÍTULO 3: Reprodução e tabela de vida de fertilidade de <i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach), <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas) e <i>Uroleucon ambrosiae</i> (Thomas) em diferentes temperaturas	
RESUMO 32
ABSTRACT.....	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	36

Obtenção e criação dos pulgões.....	36
Efeito da temperatura na reprodução de <i>A. solani</i> , <i>M. euphorbiae</i> e <i>U.ambrosiae</i>	37
Análise dos dados.....	37
Tabela de vida de fertilidade.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
Período pré-reprodutivo.....	39
Período reprodutivo.....	39
Produção total de ninfas por fêmea.....	40
Longevidade.....	40
Taxa de sobrevivência (l_x) e fertilidade específica (m_x).....	42
Tabela de vida de fertilidade.....	45
CONCLUSÕES.....	49
Referências Bibliográficas	50
FIGURAS.....	52
TABELAS.....	59

CAPÍTULO 4: Biologia e exigências térmicas de <i>Praon volucre</i> (Haliday) (Hym.: Braconidae) em <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas) (Hem.: Aphididae)	
RESUMO	62
ABSTRACT.....	63
INTRODUÇÃO.....	64
MATERIAL E MÉTODOS.....	66
Obtenção e criação de <i>M. euphorbiae</i>	66
Obtenção e criação de <i>P. volucre</i>	67
Biologia de <i>Praon volucre</i> em <i>M. euphorbiae</i> em diferentes temperaturas.....	68
Análise dos dados.....	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
Desenvolvimento de <i>P. volucre</i>	70
Porcentagens de mumificação de <i>M. euphorbiae</i> e emergência de <i>P. volucre</i>	70
Razão sexual de <i>P. volucre</i>	72
Longevidade de <i>P. volucre</i>	73
Temperatura base (T_b) e constante térmica (K) de <i>Praon volucre</i>	73
CONCLUSÕES.....	75
Referências Bibliográficas	76
FIGURAS.....	78
TABELAS.....	86
ANEXOS.....	87

CAPÍTULO 1

**Biologia e exigências térmicas de *Aulacorthum solani*
(Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon
ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae) e *Praon volucre*
(Haliday) (Hym.: Braconidae)**

Introdução

Em casas de vegetação muitas espécies de pulgões podem se reproduzir partenogeneticamente ao longo do ano e estabelecer altas densidades populacionais sobre sucessivos cultivos anuais que se sobrepõem ou sobre ornamentais ao longo do ano. As espécies *Aulacorhtum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Uroleucon ambrosiae* (Thomas), são extremamente polífagas, cosmopolitas e de grande importância em vários cultivos sob sistema protegido no Brasil (Bueno, 2005). No campo sua ocorrência também é relatada sobre diversas plantas hospedeira e em épocas de temperaturas amenas (Auad et al., 2002; Starý et al., 2007).

O parasitóide solitário *Praon volucre* (Haliday) foi introduzido no Brasil, principalmente nos estados da região Sul, para o controle biológico dos pulgões do trigo (Salvadori & Salles, 2002) e atualmente está distribuído em outros estados, tais como Minas Gerais. Este parasitóide é mencionado por apresentar diversas espécies de pulgões como hospedeiro, dentre elas *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*, e é apontado por Starý et al. (2007), como uma espécie promissora para o controle biológico de *M. euphorbiae* e *A. solani* no Brasil.

Dentre os vários fatores que afetam a biologia e crescimento dos pulgões e parasitóides, a temperatura é um dos fatores abióticos de maior influência no desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e longevidade desses insetos (Campbell & Mackauer, 1975), ocasionando efeitos deletérios à sua biologia quando extremamente altas ou baixas. Assim, estudos envolvendo o conhecimento das taxas de desenvolvimento em diferentes temperaturas permitem determinar a sua temperatura base, a qual fornece indicações quanto à adaptabilidade e crescimento populacional dos insetos em várias áreas e ou regiões. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes

temperaturas à biologia dos pulgões *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* e do parasitóide *P. volucre*, bem como a tabela de vida de fertilidade para as três espécies de pulgões.

Referências Bibliográficas

AUAD, A.M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L.R. Ocorrência de afídeos em alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico. **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.335-339, 2002

BUENO, V.H.P. Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos In: Pragas em cultivos protegidos e controle biológico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.225, p.9-17, 2005.

CAMPBELL, A.; MACKAUER, M. Thermal constants for development of the pea aphid (Homoptera: Aphididae) and some of its parasites. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.107, n.4, p.419-423, 1975.

SALVADORI, J.R.; SALLES, L.A.B. Controle biológico dos pulgões do trigo. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.427-448.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, p.107-118, 2007.

CAPÍTULO 2

**Desenvolvimento, sobrevivência e exigências térmicas de
Aulacorthum solani (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae*
(Thomas) e *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae)**

RESUMO

DE CONTI, Bruno Freitas. Desenvolvimento, sobrevivência e exigências térmicas de *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae). In: _____. **Biologia e exigências térmicas de *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae) e *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae)**. 2008. Cap. 2, p.04-30, Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Diversos fatores bióticos e abióticos podem afetar o desenvolvimento de pulgões, mas a temperatura é um dos mais importantes na determinação da velocidade de desenvolvimento e sobrevivência desses insetos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas no desenvolvimento e sobrevivência dos pulgões *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), bem como as suas exigências térmicas. Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas reguladas a 16, 19, 22, 25, 28 e 31 ± 1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h. Desenvolvimento mais curto e maiores taxas de sobrevivência foram observados entre as temperaturas de 16 e 22°C. Nas temperaturas mais altas essas espécies apresentaram menor sobrevivência e a 31°C nenhum pulgão atingiu a fase adulta. Os limites térmicos inferiores (Tb) e as constantes térmicas (K) calculados para *A. solani* e *M. euphorbiae* foram de 1,09 e 1,05°C e de 142,86 e 144,92 graus dia (GD), respectivamente. Maior sobrevivência e curto período de desenvolvimento obtido indicam a temperatura de 22°C como a mais adequada às espécies *A. solani* e *M. euphorbiae*. Já para *U. ambrosiae* a temperatura mais adequada foi a de 19°C.

ABSTRACT

DE CONTI, Bruno Freitas. Development time, survival and thermal requirements of *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) and *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae). In: _____. **Biology and thermal requirements of *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae) and *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae)**. 2008. Cap. 2, p.04-30, Dissertation (Master of Science in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Several abiotic and biotic factors have influence on the development of aphids, but the temperature is one of the most important in the determination of the development and on the survival rates of this insects. The aim of this work was evaluate the effect of different temperatures on the developmental time and the thermal requirements of the aphids *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) and *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) on lettuce plants. The experiments were carried out in climatic chambers at 16, 19, 22, 25, 28 and 31 ± 1°C, 70±10% RH and 12h photophase. Shorter development and higher survival rates were observed between 16 and 22 °C. At the highest temperatures these species showed lower survival rates, and these aphids didn't complete their development at 31 °C. The lower temperature threshold (Tb) and the thermal constant calculated to *A. solani* and *M. euphorbiae* were 1.09 and 1.05°C and 142.86 and 144.92 degrees-day, respectively. The combination of a higher survival rate and short development time indicate that the temperature of 22 °C was the most suitable to the aphid's *A. solani* and *M. euphorbiae*. The temperature of 19°C was adequate for *U. ambrosiae*.

Introdução

A alface, *Lactuca sativa* L., é a hortaliça folhosa mais produzida no Brasil, sendo que temperaturas amenas ou baixas favorecem a etapa vegetativa do ciclo dessa hortaliça (Filgueira, 2000) e as temperaturas elevadas prejudicam seu cultivo de verão em praticamente todas as regiões produtoras (Goto, 1997).

Os pulgões *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Aulacorhynchus solani* (Kaltenbach) e *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) estão entre as principais espécies de praga em cultivos protegidos no Brasil (Bueno, 2005). Além de atacar várias espécies de plantas cultivadas, são vetoras do vírus-do-mosaico-da-alface, ocasionando o enrolamento das folhas e prejudicando o desenvolvimento das plantas (Shawkat et al., 1982).

É sabido que o desenvolvimento de pulgões ocorre entre dois limites térmicos e que fatores bióticos e abióticos podem influenciar seus diversos parâmetros biológicos, entre eles, a velocidade de desenvolvimento. Dentre os fatores abióticos a temperatura é o mais importante (Barbagallo et al., 1998), podendo determinar o desenvolvimento, mortalidade, fecundidade e longevidade de pulgões (Dixon, 1987). A relação entre a velocidade de desenvolvimento dos pulgões e a temperatura possui um padrão consistente (Campbell et al., 1974), e geralmente apresenta linearidade no intervalo que abrange os limites térmicos, sendo as temperaturas desse intervalo utilizadas na estimativa dos limites térmicos e da quantidade de graus-dia necessária para a espécie completar seu ciclo biológico (Lamb, 1961).

Assim, estudos envolvendo diferentes temperaturas e sua influência nos parâmetros biológicos dos pulgões auxilia na compreensão de seu desenvolvimento e crescimento populacional, sendo de grande importância para a implementação de programas de controle biológico para esses insetos (Ro et

al., 1998; Cividanes, 2003). O objetivo deste trabalho foi determinar a influência de diferentes temperaturas no desenvolvimento das espécies de pulgões *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*, assim como estimar as suas exigências térmicas.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

Obtenção e criação dos pulgões. Plantas de alface, cultivar Verônica, contendo colônias de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*, foram colhidas em cultivo hidropônico de alface no campus da Universidade Federal de Lavras e levadas ao laboratório. Após a identificação, realizada segundo descrições de Peña-Martines (1992), indivíduos de cada espécie de pulgão foram transferidos para recipientes de criação e mantidos em câmara climática a 22 ± 1 °C, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12h. Estes recipientes foram constituídas por placas de Petri (15 cm de diâmetro), discos foliares de alface cultivar Verônica (14 cm de diâmetro) e solução ágar/água 1%.

Para evitar a presença de organismos indesejáveis, os discos foliares utilizados foram previamente desinfestados por meio da imersão em solução de hipoclorito de sódio 1% por cerca de cinco minutos, enxágüe em água corrente e subsequente imersão em água destilada por cerca de dez minutos.

Aos primeiros sinais de clorose e ou desidratação do disco foliar usado para a criação dos pulgões, procedeu-se a transferência das colônias, com o auxílio de um pincel, para outra placa contendo novo disco foliar de alface.

Desenvolvimento e exigências térmicas. Fêmeas adultas provenientes da criação de cada uma das espécies de pulgão foram individualizadas em placa de Petri (10 cm), contendo disco foliar de alface, cultivar Verônica (9 cm) sobre

solução ágar/água 1%, onde permaneceram por um período de seis horas. Após esse período, o adulto foi retirado e apenas uma das ninfas geradas foi mantida em cada placa.

Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas ajustadas nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e $31\pm 1^{\circ}\text{C}$; UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12h. Sempre que necessário as placas que constituíram as unidades experimentais foram trocadas por outras contendo novo disco foliar de alface. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas sob microscópio estereoscópico, quanto à duração dos instares, período de desenvolvimento e sobrevivência. Também foram determinados os limites térmicos inferiores e as constantes térmicas.

Análises dos dados. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis temperaturas e sessenta repetições para cada espécie de pulgão. Foi realizada análise de variância e análise de regressão para comparação dos períodos de desenvolvimento e sobrevivência de cada espécie de pulgão nas diferentes temperaturas.

As curvas de sobrevivência de cada ínstar de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* foram comparadas nas temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28°C através do estimador Kaplan-Meier não paramétrico (Colosimo, 2001), considerando como evento de interesse a mudança de ínstar dos pulgões avaliados. O tempo mediano de vida (TM) é o tempo no qual pelo menos 50% dos indivíduos de uma amostra sofreram o evento de interesse, ou seja, o tempo em dias necessário para que 50% ou mais dos indivíduos mudassem de ínstar. A porcentagem de sobrevivência (S) é o percentual de indivíduos que ainda não mudaram de ínstar em determinado tempo médio, em outras palavras, é a porcentagem de indivíduos que permaneceram no ínstar representado pela curva.

As observações referentes aos insetos que morreram antes de completar o tempo estudado foram consideradas como dados censurados à esquerda, sendo

assim, as quedas demonstradas nas curvas referem-se apenas aos pulgões que mudaram de instar e não àqueles que morreram antes de tal evento. Os valores exatos foram fornecidos pelo programa estatístico SAS.

Por meio do método da hipérbole (Haddad & Parra, 1984), que consiste na regressão linear entre as velocidades de desenvolvimento nas correspondentes temperaturas constantes em laboratório, calculou-se o limite térmico inferior do desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K) para as espécies *M. euphorbiae* e *A. solani*. No entanto, salienta-se que o cálculo da T_b para *U. ambrosiae* através do método da hipérbole foi inviável devido à estabilização da velocidade de desenvolvimento desse pulgão a partir de 22 °C.

Resultados e Discussão

Todos os caracteres biológicos de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* avaliados sofreram grande influência da temperatura. As três espécies estudadas apresentaram quatro estádios ninfais, concordando com Blackman (1987), que afirma que essa é uma característica biológica da maioria dos afídeos. Na temperatura de 31 °C nenhuma das espécies avaliadas completaram o desenvolvimento e as ninfas morreram no primeiro instar.

Duração dos instares. Os diferentes instares de *A. solani* nas temperaturas de 16, 19, 22 e 25 °C apresentaram duração máxima de quatro dias, exceto o quarto instar a 16 °C e o segundo a 19 e 22 °C, que apresentaram duração máxima de seis dias (Figura 1). Observou-se que a probabilidade de sobrevivência para os três primeiros instares de *A. solani* foi superior nas temperaturas de 19 e 22 °C, quando comparados aos dados obtidos a 16 °C. Já no quarto instar apesar de valores semelhantes para a probabilidade de sobrevivência, o tempo mediano de vida a 16 °C foi 50% superior àqueles observados a 19 e 22 °C (Tabela 1). A 25 °C o segundo e terceiro instares apresentaram tempo mediano de vida 50% inferior ao observado nas temperaturas mais baixas (Tabela 1).

Para *M. euphorbiae*, a duração do quarto instar superou os demais instares em todas as temperaturas avaliadas. A duração máxima desse instar chegou aos 5 dias a 16°C, 4 dias a 19, 22 e 28 °C e 3 dias a 25 °C (Figura 2). Entretanto dentro do tempo mediano de vida a 16 e 19 °C apenas 10,0% e 12,2% das ninfas desse pulgão ainda não haviam mudado de instar (Tabela 2). O menor tempo mediano de vida para o primeiro instar de *M. euphorbiae* foi

observado a 25 e 28°C, com probabilidades de sobrevivência de 35,0% e 30,0% (Tabela 2). Para o segundo e terceiro ínstar os menores valores de tempo médio de vida (1 dia), foram observados a 22°C, quando 23,64% e 39,22% das ninfas permaneceram nos respectivos instares.

Em todos os instares e temperaturas avaliadas, *U. ambrosiae* apresentou tempo mediano de vida de dois dias, exceto para o primeiro e quarto instares a 16 °C o qual foi de 3 dias. Já a probabilidade de sobrevivência desse pulgão foi bastante variada, de 3,70 a 50% (Tabela 3). A relação entre as curvas de sobrevivência para os diferentes instares e temperaturas para *U. ambrosiae* foi a mais uniforme entre as três espécies de pulgões avaliadas (Figura 3, Tabela 3).

Período de desenvolvimento. A relação entre o desenvolvimento e a temperatura para *A. solani* e *U. ambrosiae* ajustaram-se à função polinomial de segundo grau (Figura 4). Os períodos de desenvolvimento dessas espécies foram decrescentes entre as temperaturas de 16°C e 25,7°C e de 16°C a 26,9°C e crescentes de 25,7 a 28°C e de 26,9 a 28°C para *A. solani* e *U. ambrosiae*, respectivamente (Figura 4, Tabela 4). A duração do desenvolvimento nas temperaturas de 16, 22 e 28°C para *A. solani* e *U. ambrosiae* foram de 10,48 e 10,44 dias; 7,11 e 8,19 dias; 6,64 e 7,71 dias, respectivamente. Observou-se, portanto maior diferença no desenvolvimento dessas espécies entre as temperaturas de 16 e 22°C do que entre 22 e 28°C (Figura 4).

O desenvolvimento de *M. euphorbiae*, seguiu relação cúbica decrescente até aproximadamente a 25°C e crescente entre 25 e 28°C (Figura 4, Tabela 4). O desenvolvimento desse pulgão foi de 10,55; 9,13; 7,00; 6,03 e 8,60 dias nas temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28 °C, respectivamente.

O primeiro indício de inadequação da temperatura ao desenvolvimento de um inseto é a estabilização da curva de velocidade de desenvolvimento (Gilbert & Raworth, 1996; Huey & Berrigan, 2001). De acordo com Wilson &

Barnett (1983), considera-se o limite térmico superior de desenvolvimento de um inseto a temperatura na qual a velocidade do seu desenvolvimento começa a diminuir. Para *A. solani* houve estabilização na velocidade de desenvolvimento entre 25 e 28 °C, já para *U. ambrosiae* ocorreu entre 22 e 28 °C (Figuras 5 e 7), indicando os efeitos negativos das altas temperaturas ao desenvolvimento dessas duas espécies. Para *M. euphorbiae* observou-se grande redução na velocidade de desenvolvimento entre 25 e 28 °C (Figura 6). Observações semelhantes foram realizadas para os pulgões de ocorrência comum em cultivo de alface, como *Myzus persicae* (Sulzer) (Chagas Filho et al. 2005) e para *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Diaz & Fereres 2005). Já Auad et al. (2002) observaram para *U. ambrosiae* desenvolvimento de 16,0; 8,5 e 7,3 dias a 15, 20 e 25 °C.

Na faixa de temperatura contida entre os limites térmico inferior e superior, a relação entre período de desenvolvimento de pulgões e temperatura, geralmente apresenta relação linear (Gilbert & Raworth, 1996). Essa relação pode ser observada no presente trabalho entre as temperaturas de 16 e 25 °C para *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*, ou seja, a partir de 25 °C houve estabilização e posterior aumento no período de desenvolvimento para as três espécies avaliadas (Figura 4).

Sobrevivência ninfal. As taxas de sobrevivência nas temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28°C para *A. solani* foram de 90; 92,5; 90; 61,7 e 55%; já as observadas para *M. euphorbiae* foram de 83,3; 83,3; 85,0; 71,7 e 62,0% e para *U. ambrosiae* de 86,7; 95,0; 78,3; 65,0 e 36,7%.

A sobrevivência ninfal de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* foi muito influenciada pela temperatura, demonstrando taxas de sobrevivência mais baixas nas temperaturas de 25 e 28 °C (Figura 5). As curvas geradas ajustaram-se à função polinomial de segundo grau. A sobrevivência foi crescente até as temperaturas de 17,2; 18,7 e 18,1°C para *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U.*

ambrosiae, respectivamente (Figura 5, Tabela 4). Entretanto a partir destas temperaturas foi observado um decréscimo na sobrevivência ninfal dessas espécies.

Resultados quanto ao desenvolvimento (Figura 4) e à sobrevivência (Figura 5) de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*, mostram os efeitos deletérios das altas temperaturas a essas espécies. Em temperaturas próximas a 22 °C foram observadas as maiores taxas de sobrevivência e os períodos de desenvolvimento mais curtos (Figuras 5 e 4). Assim, a melhor relação entre sobrevivência e período de desenvolvimento de *A. solani* e *M. euphorbiae* foi observada a 22°C. Já para *U. ambrosiae*, devido à estabilização do período de desenvolvimento a partir da temperatura de 22 °C, a melhor relação entre a sobrevivência e o período de desenvolvimento foi observada a 19°C. Estudos realizados por Chagas Filho et al. (2005) e Diaz & Fereres (2005) revelaram taxas de sobrevivência mais altas entre as temperaturas de 15 e 20 °C para o pulgão *M. persicae* e entre 16 e 24 °C para *N. ribisnigri*, assim como mortalidade elevada em temperaturas próximas a 30 °C para ambas as espécies.

No presente trabalho, os efeitos deletérios observados a 28 °C, tais como, queda na taxa de sobrevivência (Figura 5) e prolongamento do período de desenvolvimento (Figuras 4) indicam a inadaptabilidade à altas temperaturas das espécies de pulgões avaliadas. Isso corrobora relatos de que em Lavras-MG, a ocorrência de *A. solani*, *M. euphorbiae*, *U. ambrosiae* foi registrada apenas entre os meses de abril e outubro (Starý et al., 2007), período no qual a temperatura máxima média normalmente não ultrapassa os 26,9°C (Normais climatológicas 1961-1990). Sendo assim as colônias que originaram os insetos utilizados no presente trabalho, pertenciam a populações que em seu ambiente natural não teriam que enfrentar temperaturas máximas médias superiores a 28°C. Isto pode justificar a não adaptação dessas espécies às temperaturas constantes de 28°C e a não sobrevivência observada a 31°C. Também Auad et al. (2002) observaram

correlação negativa entre temperatura e a densidade populacional de *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*, os quais apresentaram maior abundância em períodos de clima ameno, com temperaturas de 17,3 a 19°C e de 19,5 a 21,5°C, respectivamente.

Temperatura base (Tb) e Constante térmica (K). O limite térmico inferior ou temperatura base determinados para *A. solani* e *M. euphorbiae* foram de 1,09 e 1,05 °C e a constante térmica (K) foram de 142,86 e 144,92 graus dia (GD), respectivamente (Figuras 6 e 7).

É sabido que o limite térmico inferior e a constante térmica estão intimamente ligados à adaptação ao clima local (Blackman, 1987, Ikemoto, 2003), portanto espécies diferentes que ocorram sob mesma condição climática possivelmente apresentam exigências térmicas similares. Dessa forma, a temperatura base pode ser utilizada como um bom indicador da adaptabilidade das populações à determinada condição climática. Turak et al. (1998) também observaram valores muito próximos para Tb e K entre dois biótipos de *Sitobion miscanthi* (Takahashi) e *Sitobion near fragariae*, espécies pertencentes à tribo Macrosiphini, assim como as espécies avaliadas no presente trabalho. Entretanto deve-se salientar que pode ocorrer o inverso, ou seja, populações de uma mesma espécie, submetida a diferentes condições climáticas, podem apresentar valores distintos para o limite térmico inferior e constante térmica.

Dessa maneira, os valores de Tb estimados para as espécies *A. solani* e *M. euphorbiae* (1,09 e 1,05 °C, respectivamente), indicam sua adaptabilidade a baixas temperaturas (Figuras 6 e 7). Também é relatada a ocorrência dessas espécies no campo em condições de clima ameno (Aquad et al., 2002), sendo assim a baixa temperatura base requerida proporciona o rápido desenvolvimento desses afídeos.

Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo indicam que as espécies de pulgões *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* apresentam variações similares quanto aos diferentes caracteres biológicos avaliados em função da temperatura, entretanto as três espécies mostram-se bem adaptadas a temperaturas mais amenas. Dentre as temperaturas avaliadas, 19°C para *U. ambrosiae* e 22°C para *A. solani* e *M. euphorbiae*, foram consideradas as mais adequadas ao desenvolvimento dessas espécies. Os limites térmicos inferiores (Tb) e as constantes térmicas (K) calculados para *A. solani* e *M. euphorbiae* foram de 1,09 e 1,05°C e de 142,86 e 144,92 graus dia (GD), respectivamente.

Referências bibliográficas

AUAD, A.M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L.R. Ocorrência de afídeos em alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico. **Neotropical. Entomology**, v.31, n.2, p.335-339, 2002.

BARBAGALLO, S.; CRAVEDI, P.; PASQUALINI, E.; PATTI, I. **Pulgones de los principales cultivos frutales**. Madri: Mundi, 1998. 121p.

BLACKMAN, R.L. Reproduction, cytogenetics and development. In: MINKS, A.K.; HARREWINJN, P. **World crop pest** – Aphids: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1987. v.2A, p.163-195.

BUENO, V.H.P. Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos In: Pragas em cultivos protegidos e controle biológico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.225, p.9-17, 2005.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B.D.; GILBERT, N.; GUITIERREZ, A.P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.11, p. 431-438, 1974.

CHAGAS FILHO, N.R.; MICHELOTTO, M.D.; SILVA, R.A. Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v.64, n.2, p.257-262, 2005.

CIVIDANES, F.J.; SOUZA, A.P. Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. **Neotrop. Entomol.**, v.32, n.3, p.413-419, 2003.

COLOSIMO, E.A. Análise de sobrevivência aplicada. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 46.; SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 9., 2001, Piracicaba. **Programas e resumos**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2001.145p.

DIAZ, M.B.; FERERES, A. Life table and population parameters of *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) at different constant temperatures. **Environment. Entomol.**, v.34, n.3, p.527-534, 2005.

DIXON, A.F.G. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. In: MINKS, A.K.; HARREWINJN, P. **World Crop Pest** – Aphids: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1987. v.2A, p.269-287.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2000. 402p.

GILBERT, N.; RAWORTH, D.A. Insects and temperature – a general theory. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.128, n. 1, p.1-13, 1996.

GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, p.163-165, 1997. Suplemento.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 12p.

HUEY, R.B.; BERRIGAN, D. Temperature, demography, and ectotherm fitness. **The American naturalist.**, v.158, n.2, p.204-210, 2001.

IKEMOTO, T. Possible existence of a common temperature and a common duration of development among members of a taxonomic group of arthropods that underwent speciation adaptation to temperature. **Applied Entomology Zoology**, v.38, n.4, p.487-492, 2003.

LAMB, K.P. Some effects of fluctuating temperatures on metabolism, development, and rate of population growth in the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. **Ecology**, v.42, p.740-745, 1961.

PEÑA-MARTINES, R. Identificação de afidos de importancia agricola. In: URIAS, M.C.; RODRIGUEZ, M.R.; ALEJANDRE, A.T. (Ed.). **Afidos como vetores de vírus en México**. México: Centro de Fitopatologia, 1992. v.1, 135p.

RO, T.H.; LONG, G.E.; TOBA, H.H. Predicting phenology of green peach aphid (Homoptera: Aphididae) using degree-days. **Environmental Entomology**, Lanham, v.27, n.2, p.337-343, 1998.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, p.107-118, 2007.

SHAWKAT, A.L.B.; FEGLA, G.L.; RAMADAN, N.A. Occurrence of lettuce mosaic virus on lettuce in Iraq. Mesopotamia. **Journal of Agriculture**, v.17, n.1, p.79-93, 1982.

TURAK, E.; TALENT, R.; SUNNUCKS, P.; HALES, D.F. Different responses to temperature in three closely-related sympatric cereal aphids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.86, p.49-58, 1998.

WILSON, L.T.; BARNETT, W.W. Degree-days: an aid in crop and pest management. **Calif. Agricultural**, v.37, p.4-7, 1983.

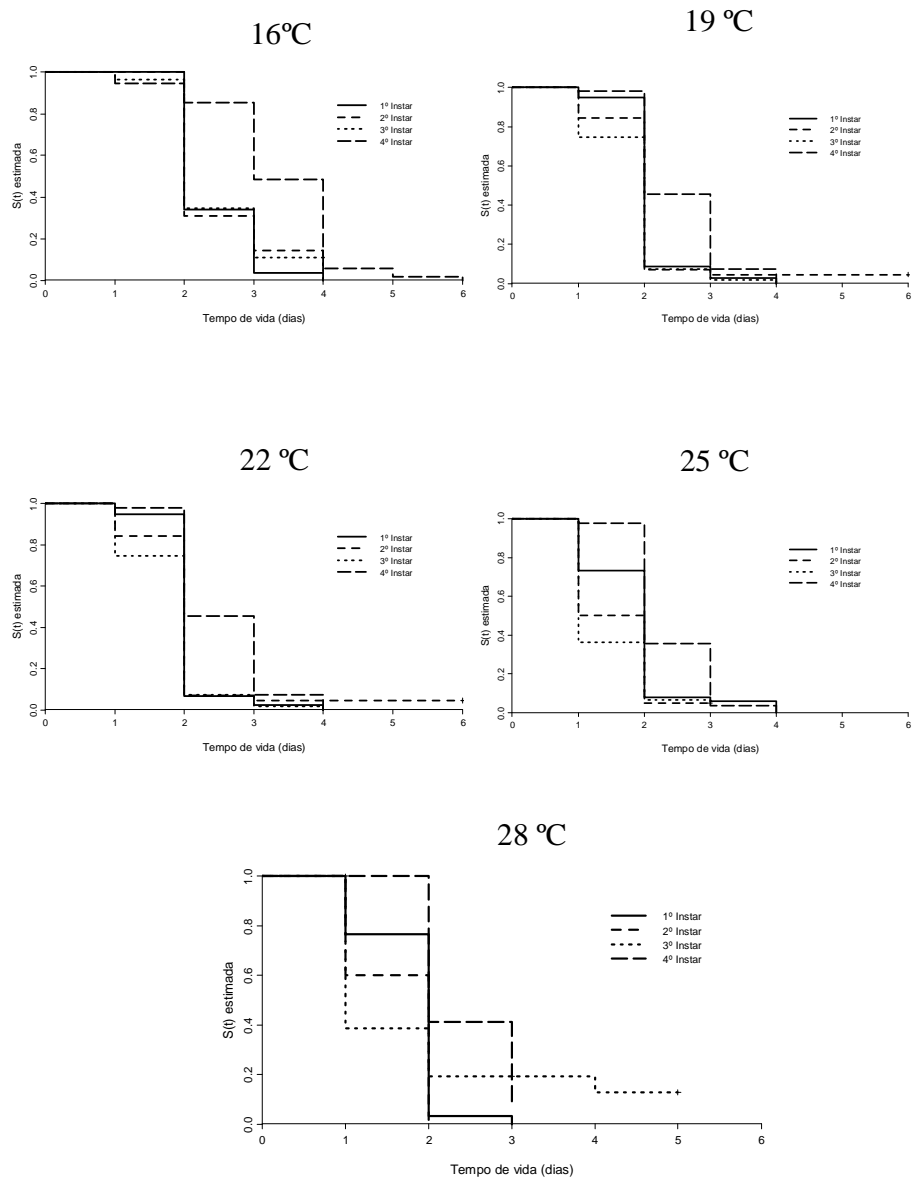


FIGURA 1 - Curvas de sobrevivência dos instares de *Aulacorthum solani* em diferentes temperaturas.

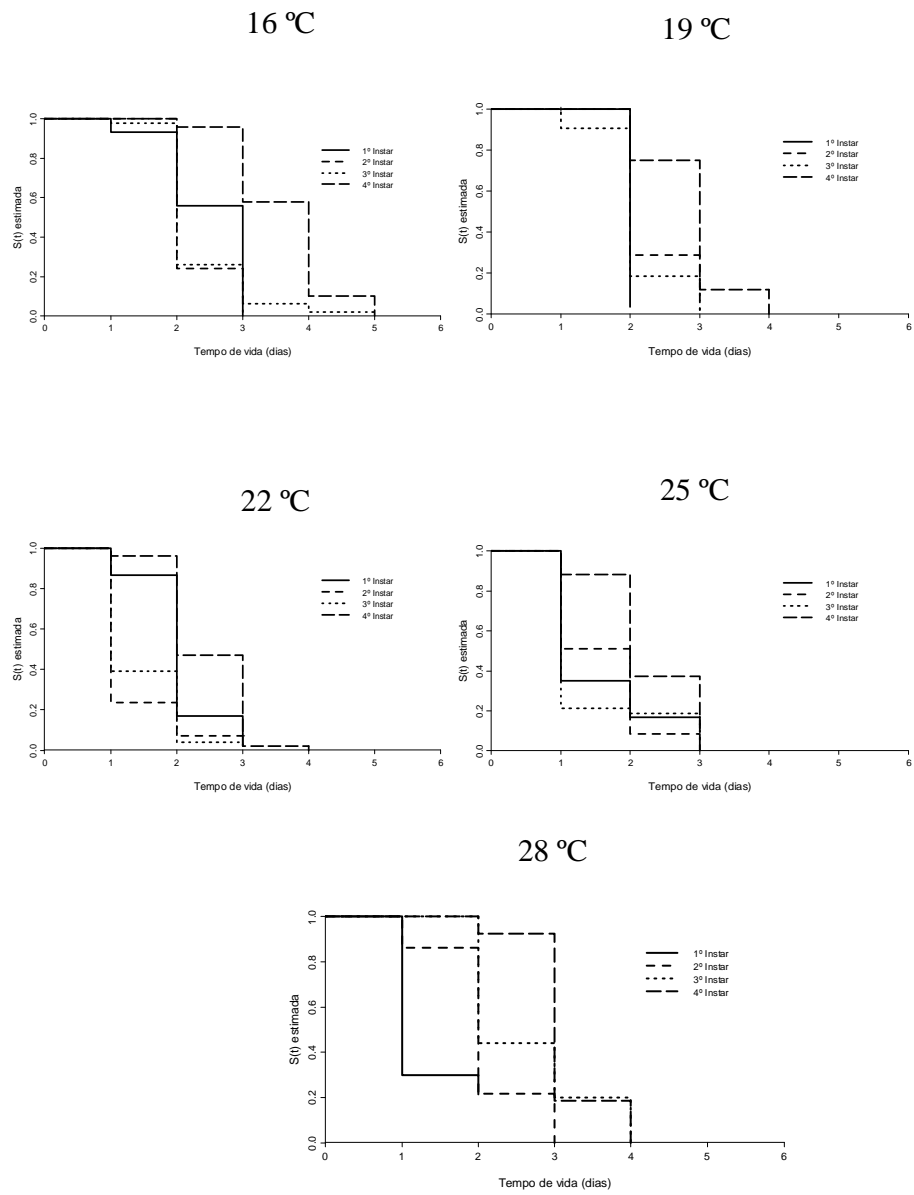


FIGURA 2. Curvas de sobrevivência dos instares de *Macrospidium euphorbiae* em diferentes temperaturas.

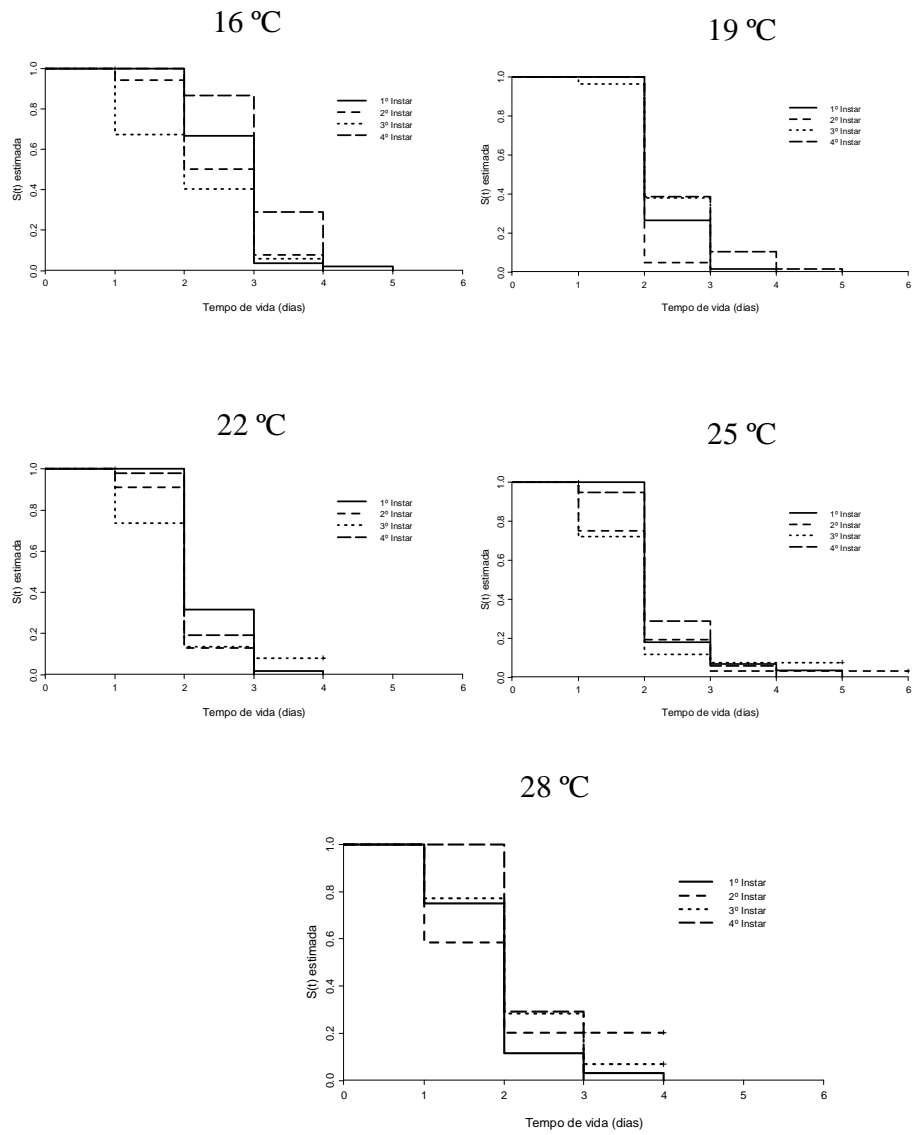


FIGURA 3. Curvas de sobrevivência dos instares de *Uroleucon ambrosiae* em diferentes temperaturas.

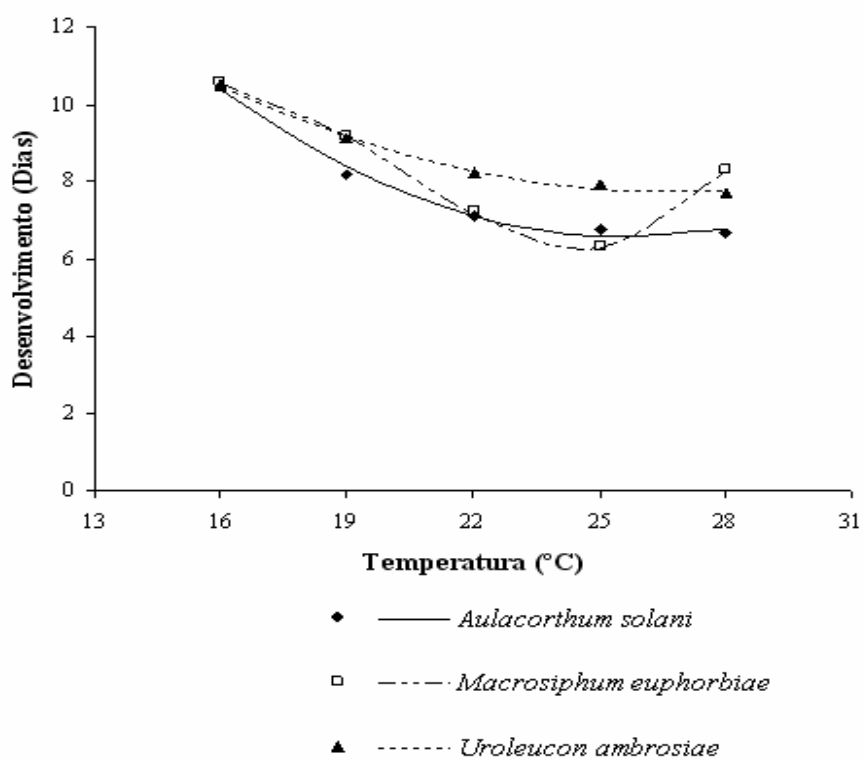


FIGURA 4 - Desenvolvimento de *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Uroleucon ambrosiae* em função da temperatura.

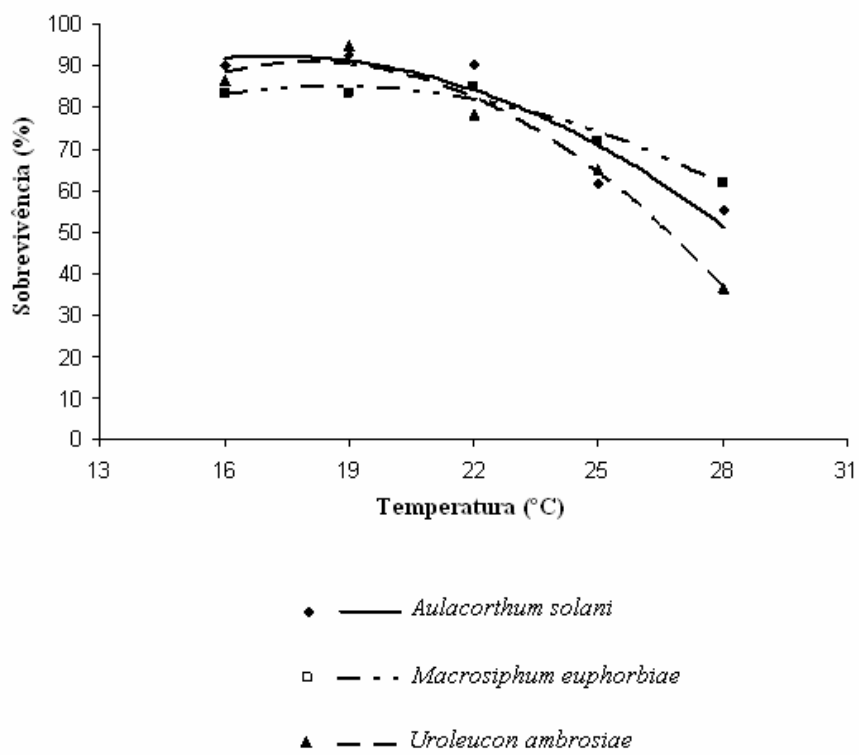


FIGURA 5 - Sobrevivência de *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Uroleucon ambrosiae* em função da temperatura

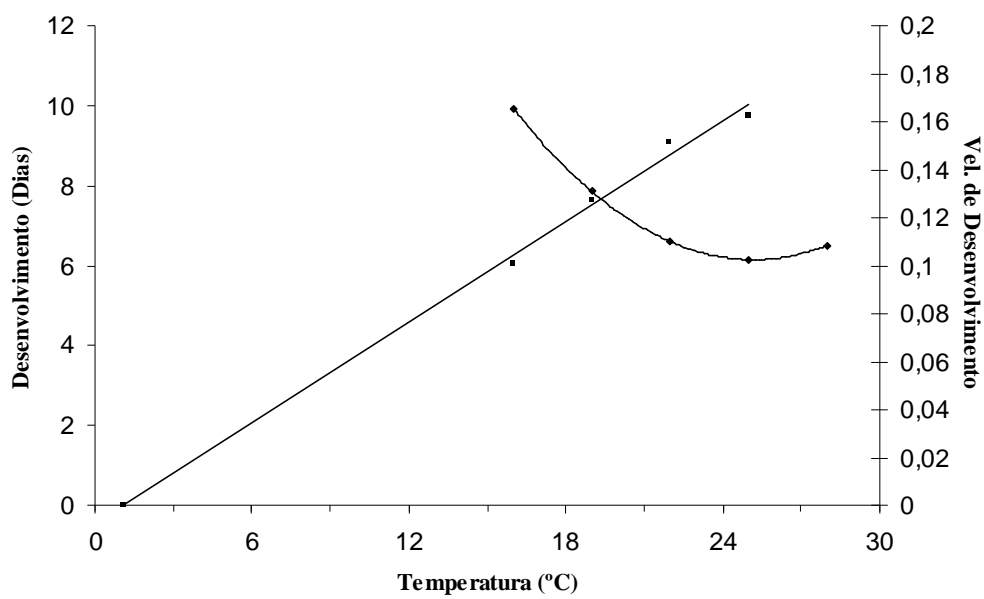


FIGURA 6 - Velocidade de desenvolvimento de *Aulacorthum solani* em função da temperatura

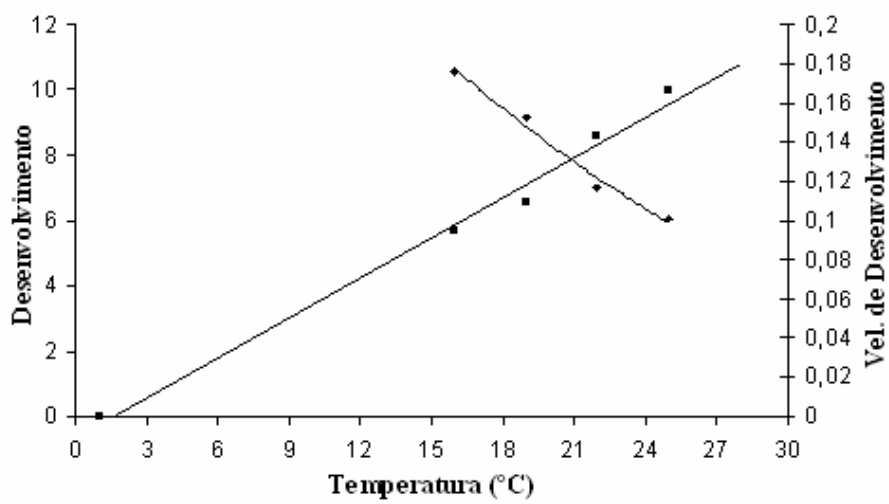


FIGURA 7 - Velocidade de desenvolvimento de *Macrosiphum euphorbiae* em função da temperatura

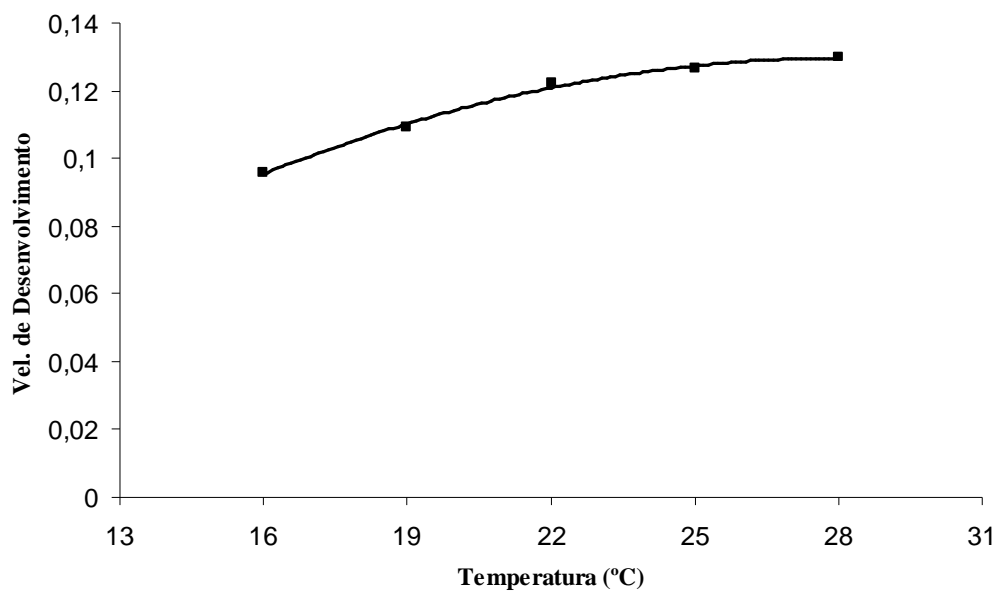


FIGURA 8 - Velocidade de desenvolvimento de *Uroleucon ambrosiae* em função da temperatura

TABELA 1. Tempo mediano de vida (TM¹) e probabilidade de sobrevivência (S²) dos instares de *A. solani* em diferentes temperaturas.

Fases	Temperatura (°C)									
	16		19		22		25		28	
	TM ¹	p(S) ²	TM	p(S)	TM	p(S)	TM	p(S)	TM	p(S)
1º Instar	2	33,9	2	8,5	2	6,8	2	7,9	2	3,5
2º Instar	2	31,0	2	6,9	2	6,9	1	50,0	2	1,7
3º Instar	2	34,5	2	7,3	2	7,3	1	36,4	1	38,6
4º Instar	3	48,3	2	45,4	2	45,5	2	35,7	2	41,3
Teste ³ p-valor	p<0,0001		p<0,0001		p<0,0001		p<0,0001		p<0,0001	

¹- TM = Tempo Mediano

² p(S) = Probabilidade de Sobrevivência (%)

³ Teste de Log – Rank

TABELA 2. Tempo mediano de vida (TM¹) e probabilidade de sobrevivência (S²) dos instares de *M. euphorbiae* em diferentes temperaturas.

Fases	Temperatura (°C)									
	16		19		22		25		28	
	TM ¹	p(S) ²	TM	p(S)	TM	p(S)	TM	p(S)	TM	p(S)
1º Instar	3	9,3	2	3,5	2	16,9	1	35,0	1	30,0
2º Instar	2	24,0	2	28,6	1	23,6	2	8,50	2	21,6
3º Instar	2	26,0	2	18,5	1	39,2	1	21,3	2	44,1
4º Instar	4	10,0	3	12,2	2	47,1	2	37,2	3	18,5
Teste ³ p-valor	p<0,0001		p<0,0001		p<0,0001		p=0,0002		p<0,0001	

¹- TM = Tempo Mediano

² p(S) = Probabilidade de Sobrevivência (%)

³ Teste de Log – Rank

TABELA 3. Tempo mediano de vida (T¹) e probabilidade de sobrevivência (S²) dos instares de *U. ambrosiae* em diferentes temperaturas.

Fases	Temperatura (°C)									
	16		19		22		25		28	
	TM ¹	p(S) ²	TM	p(S)	TM	p(S)	TM	p(S)	TM	p(S)
1º Instar	3	3,70	2	26,67	2	31,58	2	18,00	2	11,67
2º Instar	2	50,00	2	5,08	2	13,00	2	19,29	2	20,40
3º Instar	2	40,38	2	37,90	2	13,56	2	11,63	2	28,15
4º Instar	3	28,80	2	38,60	2	19,10	2	28,95	2	29,20
Teste ³ p-valor	p<0,0001		p<0,0001		p=0,0090		p=0,0515		p=0,2360	

¹- TM = Tempo Mediano

² p(S) = Probabilidade de Sobrevivência (%)

³ Teste de Log – Rank

TABELA 4. Parâmetros associados às curvas de desenvolvimento, sobrevivência e velocidade de desenvolvimento de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*

Espécie	Parâmetro	Desenvolvimento	Sobrevivência	Vel. desenvolvimento
<i>A. solani</i>	Equação	$y = -0,3506x^2 + 12,063x - 11,583$	$y = 0,0404x^2 + 2,08x - 33,30$	$y = 0,007x - 0,0076$
	R ²	0,89	0,98	0,99
	Ponto Max/min	17,2	25,7	-----
<i>M. euphorbiae</i>	Equação	$y = -0,2725x^2 + 10,181x - 10,103$	$y = 0,0106x^3 - 0,6375x^2 - 12,09x + 63,06$	$Y = 0,0068x - 0,0104$
	R ²	0,95	0,99	0,98
	Ponto Max/min	18,7	18,1	-----
<i>U. ambrosiae</i>	Equação	$y = -0,5554x^2 + 20,104x - 91,148$	$y = 0,0229x^2 - 1,23x + 24,34$	-----
	R ²	0,98	0,99	-----
	Ponto Max/min	22,3	26,9	-----

CAPÍTULO 3

Reprodução e tabela de vida de fertilidade de *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) em diferentes temperaturas

RESUMO

DE CONTI, Bruno Freitas. Reprodução e tabela de vida de fertilidade de *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) em diferentes temperaturas. In: _____. **Biologia e exigências térmicas de *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae) e *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae)**. 2008. Cap. 3, p.31-60, Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Diversos caracteres biológicos dos pulgões são influenciados pela temperatura, sendo que temperaturas inferiores ou superiores à faixa ótima para o seu desenvolvimento e reprodução, ocasionam efeitos deletérios à sua biologia. Temperaturas altas podem reduzir seu período reprodutivo, produção de ninfas e longevidade. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas na reprodução, assim como determinar a tabela de vida de fertilidade das espécies de pulgões *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Uroleucon ambrosiae* (Thomas). Fêmeas adultas de cada uma das espécies avaliadas permaneceram por um período de seis horas em câmara climática a 22 ± 1 °C, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12h. Logo após, a fêmea foi retirada e apenas uma das ninfas geradas nesse período foi mantida em cada placa. As ninfas obtidas foram igualmente distribuídas em câmaras climatizadas ajustadas nas temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28 ± 1 °C; UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12h, onde foram mantidas até atingirem a fase adulta, quando passaram a compor as repetições do experimento. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas sob microscópio estereoscópico. O período reprodutivo de *A. solani* e *M. euphorbiae* foi decrescente com o aumento da temperatura. *U. ambrosiae* apresentou período reprodutivo estável de 19 a 25 °C. A produção total de ninfas das três espécies de pulgões foi decrescente com o aumento da temperatura. A longevidade foi decrescente para *A. solani* e *M. euphorbiae* e estável entre 19 e 25 °C para *U. ambrosiae* em função das diferentes temperaturas avaliadas. As maiores taxas de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) foram observadas entre 16 e 22 °C. Os maiores valores de r_m para *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* ocorreram a 22 °C, temperatura considerada mais adequada, dentre as avaliadas, para a reprodução e crescimento populacional desses pulgões.

ABSTRACT

DE CONTI, Bruno Freitas. Reproduction and fertility life table of *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) and *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) in different temperatures. **In: _____.** **Biology and thermal requirements of *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae) and *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae).** 2008. Cap. 3, p.31-60, Dissertation (Master of Science in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Several biological parameters of the aphids are influenced by the temperature, once higher or lower temperatures to the optimum threshold to the developmental time and reproduction can cause negative effects on their biology. Higher temperatures can reduce development time, nymph's production and longevity of the aphids. The aim of this work was evaluate the effect of different temperatures on the reproduction and calculate the fertility life table for the aphid species *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) and *Uroleucon ambrosiae* (Thomas). Adult females of each species were kept for 6 hours in a climatic chamber at 22 ± 1 °C, $70\pm 10\%$ RH and 12h photophase. After this period the adult female was took out and just one nymph was kept in each Petri dish. The nymphs was kept in climatic chambers at 16, 19, 22, 25, 28 e 31 ± 1 °C; $70\pm 10\%$ RH and 12h photophase, where they reach the adult stage. The evaluations were realized in intervals of 24h. The reproductive period of *A. solani* and *M. euphorbiae* decreased with the increase of the temperature. Reproductive period of *U. ambrosiae* was stable between 19 and 25°C. The total nymphs' production of each aphid species was decreased with the increase of the temperature. The longevity was decreased to *A. solani* and *M. euphorbiae* and stable to *U. ambrosiae* between 19 and 25 °C. The higher survival rates (l_x) and specific fertility (m_x) were observed at 16 e 22 °C. The higher values of the intrinsic rate of increase (r_m) to *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* occurred at 22°C. This temperature is considered the most suitable to increase reproduction and population of these aphids' species.

Introdução

Pulgões são conhecidos como estrategistas “r” e sua estrutura simplificada os capacita a melhores performances na alimentação e reprodução, direcionando a maioria de seus nutrientes à produção de ninfas (Rabasse & Steenis, 1999). A temperatura em que esses insetos ocorrem é um dos fatores abióticos que mais interferem em sua biologia (Campbell & Mackauer, 1975). Também a temperatura de seu ambiente tem grande influência no comportamento individual e na dinâmica populacional dos pulgões (Eastop, 1977).

Temperaturas inferiores ou superiores à faixa ótima para a reprodução dos pulgões ocasionam efeitos deletérios a seus diversos parâmetros biológicos. Quando submetidos a temperaturas extremamente altas, esses insetos podem sofrer redução em seu período reprodutivo, produção de ninfas e longevidade (Kuo et al., 2006; Mehrparvar & Hatami, 2007), afetando assim o seu crescimento populacional.

Uroleucon Mordvilko é um dos poucos gêneros de pulgões com espécies nativas da América Latina, e no Brasil, *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) é apontado como praga em cultivo de alface em ambiente protegido. As espécies *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), estão entre as principais espécies de pulgões-praga em sistemas de cultivo protegido (Bueno, 2005) e também podem ser encontrados em cultivos hidropônicos de alface (Starý et al., 2007, Auad et al., 2002). A ocorrência em altas densidades populacionais desses pulgões é relatada em diferentes culturas e regiões, quando a temperatura é mais amena. Já nos meses mais quentes, a abundância dos mesmos diminui e dificilmente são encontrados no agroecossistema (Sanchez et al., 2007; Starý et al., 2007).

Assim, esse trabalho teve como objetivo verificar a influência de diferentes temperaturas na reprodução e a determinação de tabela de vida de

fertilidade de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* o que pode auxiliar na maior compreensão quanto ao seu crescimento populacional, visando o manejo em sistemas de cultivo onde estas espécies estão presentes.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras. Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas nas temperaturas 16, 19, 22, 25 e 28°C; UR de 70±10% e fotofase de 12h

Obtenção e criação dos pulgões

Plantas de alface, cultivar Verônica, contendo colônias de pulgões *U. ambrosiae*, *A. solani* e *M. euphorbiae* foram colhidas em cultivo hidropônico de alface no campus da Universidade Federal de Lavras e levadas ao laboratório. Após identificação, realizada segundo descrições de Peña-Martines (1992), os afídeos foram transferidos para recipientes de criação e mantidos em câmara climática a 22±1 °C, UR de 70±10% e fotofase de 12h.

Estes recipientes foram constituídos por uma placa de Petri (15 cm de diâmetro), discos foliares de alface, cultivar Verônica (14 cm de diâmetro) e solução ágar/água 1%. Foi realizada a desinfestação dos discos foliares por meio da imersão em solução de hipoclorito de sódio 1% por cerca de cinco minutos, enxágüe em água corrente e subsequente imersão em água destilada por mais 10 minutos. Este procedimento foi realizado com o objetivo de garantir a qualidade dos discos foliares de alface, os quais são muito sensíveis à perda de água. Quando o disco foliar presente na placa de criação apresentava os primeiros sinais de clorose ou desidratação, as colônias foram transferidas com o auxílio de um pincel para outra placa, contendo novo disco foliar de alface obtido nas mesmas condições anteriormente descritas. Para a confecção dos discos foliares foram utilizadas plantas oriundas de cultivo hidropônico e isentas de produtos fitossanitários

Efeito da temperatura na reprodução de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*

Fêmeas adultas provenientes da criação de manutenção de cada uma das espécies de pulgão foram individualizadas em placa de Petri (10 cm), contendo disco foliar de alface, cultivar Verônica, sobre solução ágar/água 1%. Essas fêmeas permaneceram por um período de seis horas em câmara climática a 22 ± 1 °C, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12h. Logo após, a fêmea foi retirada e apenas uma das ninfas geradas nesse período foi mantida em cada placa. As ninfas obtidas foram igualmente distribuídas nas temperaturas avaliadas, onde foram mantidas até atingirem a fase adulta, quando passaram a compor as repetições do experimento. Sempre que necessário as placas que constituíram as unidades experimentais foram trocadas por outras contendo novo disco foliar de alface. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas sob microscópio estereoscópico. Foram observados os períodos pré-reprodutivo e reprodutivo, a produção total de ninfas por fêmea e a longevidade para cada espécie de pulgão nas diferentes temperaturas.

Análise dos dados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizadas as temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28 °C, respectivamente, com 54, 56, 54,37 e 33 repetições para *A. solani*, 50, 50, 51, 43 e 37 repetições para *M. euphorbiae* e 52, 57, 47, 39 e 22 repetições para *U. ambrosiae*. Foi utilizado o pacote SAS nas análises de variância e, quando significativa, análises de regressão para comparação dos parâmetros reprodutivos de cada espécie de pulgão nas diferentes temperaturas.

Tabela de vida de fertilidade

Para estimar o crescimento populacional desses afídeos foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade para cada espécie, determinando-se a taxa de sobrevivência (l_x) e a fertilidade específica (m_x). Os parâmetros associados à tabela de vida de fertilidade, segundo Andrewartha & Birch (1954) são: taxa líquida de reprodução (R_0), número de fêmeas que serão produzidas por cada fêmea de uma população; taxa intrínseca de aumento (r_m), parâmetro relacionado com a velocidade de crescimento populacional; intervalo médio entre gerações (T), que é o período médio entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e da próxima; razão finita de crescimento (λ), fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo; e tempo necessário para que a população duplique em número (TD). Estes parâmetros foram calculados através das seguintes fórmulas:

$$\mathbf{R_0 = \sum (m_x l_x)}$$

$$\mathbf{T = (\sum m_x l_x \cdot x) / \sum (m_x l_x)}$$

$$\mathbf{r_m = \ln R_0 / T}$$

$$\mathbf{\lambda = e^{r_m}}$$

$$\mathbf{TD = \ln (2) / r_m}$$

Resultados e Discussão

Período pré-reprodutivo

Os períodos pré-reprodutivos de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* em função das temperaturas a que foram submetidos seguiram relação quadrática (Figura 1). Esse período foi decrescente entre as temperaturas de 16 °C (3,0 dias) e 20,86 °C (1,8 dias) para *A. solani*, de 16 °C (2,9 dias) e 20,5 °C (2,1 dias) para *M. euphorbiae* de 16 °C (1,7 dias) e 20,4 °C (1,8 dias) para *U. ambrosiae* (Tabela 2), e crescentes destas temperaturas a 28 °C (4,5; 3,8 e 5,9 dias, respectivamente).

Experimentos realizados com *Macrosiphum rosae* L. também apontaram para o aumento da duração do período pré-reprodutivo a partir de 22 °C (Mehrparvar & Hatami, 2007). A duração desse período para *U. ambrosiae* observada por Auad et al. (2002), foi de 3,90; 1,77 e 2,16 dias para as temperaturas de 15, 20 e 25 °C, respectivamente. Apesar dos valores determinados para *U. ambrosiae* no presente trabalho diferirem daqueles observados por Auad et al. (2002), ambos os dados mostram período pré-reprodutivo desta espécie mais longo a 25 °C do que em temperaturas próximas a 20 °C.

Período reprodutivo

A duração do período reprodutivo de *A. solani* em função da temperatura seguiu modelo quadrático e foi decrescente com o aumento da mesma (Figura 2). O valor máximo (20,6 dias) na duração do período reprodutivo de *A. solani* foi observado a 18,2 °C (Tabela 2), já a menor duração foi a 28 °C (1,6 dias).

Vasiceck et al. (2002) destacam que em temperatura constante de 10°C o período reprodutivo de *A. solani* sobre diferentes cultivares de alface, variou entre 20,41 e 27,76 dias.

Para *M. euphorbiae* a relação entre o período reprodutivo e a temperatura foi linear e decrescente com o aumento da temperatura (Figura 2). A maior duração, desse período foi a 16 °C (21,2 dias) e o menor a 28 °C (8,5 dias). De acordo com Mehrparvar & Hatami, (2007), *M. rosae* L., em temperaturas entre 15 e 25 °C também apresentou período reprodutivo decrescente com o aumento da temperatura.

O período reprodutivo de *U. ambrosiae* em função das diferentes temperaturas seguiu um modelo de terceiro grau (Figura 2). Houve decréscimo entre 16 °C (20,2 dias) e 19 °C (10,2 dias), estabilidade de 19 a 25 °C (7,8 dias) e decréscimo do período reprodutivo entre 25 a 28 °C (3,6 dias). Segundo Auad & Moraes (2003), o período reprodutivo de *U. ambrosiae* foi de 15,57; 12,23; 8,47 dias nas temperaturas de 15,20 e 25 °C.

Produção total de ninfas por fêmea

A produção total de ninfas por fêmea de *A. solani* e *U. ambrosiae* seguiu modelo polinomial de segundo grau, com maior produção de ninfas entre as temperaturas de 16 °C (64,3 ninfas/fêmea) e 18,1 °C (71,3 ninfas/fêmea) para *A. solani* e entre 16 °C (54,5 ninfas/fêmea) e 17,4°C (55,37 ninfas/fêmea) para *U. ambrosiae* (Figura 3 e Tabela 2). A partir dessas temperaturas houve decréscimo na produção de ninfas com o aumento da temperatura (Figura 3). Auad & Moraes (2003), utilizando a alface como planta hospedeira para *U. ambrosiae*, observaram maior produção total de ninfas por fêmea a 20 °C. Foi verificado por Vasiceck et al. (2002) que a produção total de ninfas de *A. solani*, a 10 °C, em diferentes cultivares de alface variou entre 8,44 e 37,85 ninfas por fêmea.

A produção total de ninfas por fêmea de *M. euphorbiae* foi decrescente com o aumento da temperatura e ajustando-se ao modelo linear (Figura 3). A maior produção total de ninfas por fêmea foi observada a 16 °C (80,3 ninfas/fêmea) e a menor a 28 °C (14,4 ninfas/fêmea). Mehrparvar & Hatami, (2007) revelaram que a produção total de ninfas por fêmeas de *M. rosae* foi maior a 22 °C, em relação à temperatura de 25 °C.

Longevidade

A longevidade das espécies *A. solani* e *M. euphorbiae* em função das temperaturas avaliadas ajustou-se à relação quadrática (Figura 4). Para *A. solani*, houve aumento da longevidade entre 16 °C (26 dias) e 18,2 °C (27 dias), temperatura essa que representa o ponto de máximo quanto a longevidade desses pulgões, ou seja, a partir de 18,2 °C a longevidade dessas espécies foi decrescente com o aumento da temperatura (Tabela 2). Já para o pulgão *M. euphorbiae* a longevidade foi decrescente entre 16 e 25,1 °C e a partir desta temperatura foi crescente até 28 °C (13 dias) (Figura 4, Tabela 2).

U. ambrosiae apresentou longevidade ajustada à curva de terceiro grau, com valores decrescentes entre 16 °C (34,3 dias) e 19 °C (14,3 dias), estáveis até 25 °C (14,5 dias) e decrescentes desta temperatura até 28 °C (7,5 dias) (Figura 3).

Outros estudos realizados em faixa de temperatura similar a utilizada nesse trabalho também demonstraram a redução da longevidade com o aumento da temperatura para espécies pertencentes aos gêneros *Macrosiphum* e *Uroleucon*, (Auad & Moraes, 2003; Mehrparvar & Hatami, 2007).

Dentre as três espécies avaliadas, *U. ambrosiae*, foi a mais sensível ao aumento da temperatura. Seu período reprodutivo e longevidade sofreram queda acentuada a partir de 16 °C, apresentando valores inferiores àqueles observados

para *A. solani* e *M. euphorbiae* (Figuras 2 e 4). Já a longevidade, período reprodutivo e produção total de ninfas por fêmea de *A. solani* apresentou valores iniciais inferiores aos observados para *M. euphorbiae* (Figuras 2, 3 e 4). Entretanto, com o aumento da temperatura, essa relação se inverte rapidamente, ou seja, *A. solani* mostrou valores superiores quanto a esses parâmetros biológicos entre 16,53 e 24,84°C, 16,80 e 26,34 °C e 17,75 e 25,72 °C, respectivamente (Figuras 2, 3 e 4). Também foi verificado que a partir das temperaturas 24,8; 26,3 e 25,7 °C, que *M. euphorbiae* voltou a superar *A. solani* quanto ao período reprodutivo, produção total de ninfas/fêmea e longevidade.

Taxa de sobrevivência (l_x) e fertilidade específica (m_x)

Aulacorthum solani

A taxa de sobrevivência (l_x) de *A. solani* apresentou, ao decorrer de seu ciclo de vida, valores similares nas temperaturas de 16 e 22 °C (Figura 5). Os valores observados a 19 °C foram ligeiramente inferiores do que aqueles observados a 16 e 22 °C até o trigésimo dia de vida dessa espécie. A partir deste dia, a 16, 19 e 22 °C foram observados valores similares para a taxa de sobrevivência de *A. solani*. Nas temperaturas mais altas, 25 e 28 °C, a intensa redução nas taxas de sobrevivência ao longo do ciclo reprodutivo de *A. solani*, indica os efeitos deletérios inerentes das altas temperaturas.

No presente estudo, de acordo com os padrões de curvas de sobrevivência para insetos (Silveira Neto, 1976), a curva observada para *A. solani* a 25 °C foi do tipo II, o qual mostra redução constante com o decorrer do ciclo de vida do inseto. As curvas de sobrevivência (l_x) obtidas nas demais temperaturas foram consideradas do tipo I, apontando para maior mortalidade entre os indivíduos mais velhos. Vasiceck et al. (2003), em estudo realizado na

temperatura de 10 °C, observaram que a sobrevivência de *A. solani* seguiu padrão do tipo I tendo plantas de ervilha (*Pisum sativum*) e funcho (*Foeniculum vulgare*) como hospedeiras e do tipo II em plantas de alface (*L. sativa*) e berinjela (*solanum melongena*).

No presente trabalho, os efeitos das altas temperaturas também são evidenciados na fertilidade específica desse pulgão, ou seja, a 25 °C a mesma foi decrescente durante toda a fase reprodutiva de *A. solani* (Figura 5). E a 28 °C os valores observados foram extremamente baixos, o que também demonstra a influência dessa temperatura na reprodução desse pulgão. A 16, 19 e 22 °C os maiores valores de m_x ocorreram entre o décimo sétimo e vigésimo sétimo dia, décimo segundo e vigésimo sexto e entre o sexto e vigésimo quarto dia de vida, com taxas de 3,61; 3,92 e 4,28 ninfas/fêmea, respectivamente (Figura 5). Nesses intervalos, o valor médio do produto entre l_x e m_x , foi de 3,18; 2,95 e 3,65 ninfas/fêmea para as temperaturas de 16, 19 e 22 °C, respectivamente, indicando 22 °C como a temperatura de melhor relação entre fertilidade específica e a sobrevivência para *A. solani*.

A fertilidade específica (m_x) de *A. solani* a 22 °C mostrou um período de maior produção de ninfas no início da fase reprodutiva, fato considerado vantajoso, uma vez que adultos de pulgões possuem alta taxa de mortalidade ocasionada por fatores ambientais, o que corrobora estudos apresentados por Hayakawa et al.(1990).

Macrosiphum euphorbiae

Para o pulgão *M euphorbiae* em todas as temperaturas as curvas de sobrevivência (l_x) seguiram o padrão do tipo I (Figura 6). Foi observada redução nos valores de l_x nos primeiros dias de seu ciclo biológico, seguido por um período estável e nova redução ao término do ciclo reprodutivo.

Os dados referentes à fertilidade específica de *M. euphorbiae* indicaram um período de maior reprodução (Figura 6) nas temperaturas de 16, 19 e 22 °C. Este período ocorreu entre o décimo e trigésimo, décimo terceiro e vigésimo quarto e sétimo e vigésimo quarto dia de vida, com taxas de fertilidade específica de 4,20; 4,25 e 4,65 ninfas/fêmea, a 16, 19 e 22 °C, respectivamente. Nas temperaturas de 25 e 28 °C foram observados os menores valores de fertilidade específica para *M. euphorbiae*.

A melhor relação entre taxa de sobrevivência (l_x) e taxa de reprodução líquida (m_x) para *M. euphorbiae* foi observada a 22 °C. O valor obtido do produto de l_x e m_x indica que a 16 °C, no período de reprodução máxima, que se estendeu do décimo ao trigésimo dia de vida, foram produzidas 69 ninfas. Já a 22 °C, em um pico reprodutivo mais curto, decorrente entre o sétimo e vigésimo quarto dia de vida desse pulgão, foram produzidas 64 ninfas.

Uroleucon ambrosiae

O afídeo *U. ambrosiae* apresentou curva de sobrevivência do tipo I a 16 °C e do tipo II nas demais temperaturas (Figura 7). Do primeiro ($l_{x=1,0}$) ao décimo quarto dia de vida desse pulgão ($l_{x=0,87}$) as maiores taxas de sobrevivência foram observadas a 19 °C, e a partir do décimo quinto dia, os valores a 16 °C ($l_{x=0,85}$) foram maiores do que os observados nas demais temperaturas avaliadas. Os valores verificados para as temperaturas de 22 e 25 °C foram semelhantes, e assim como nas demais espécies avaliadas no presente trabalho, a menor taxa de sobrevivência para *U. ambrosiae* ocorreu a 28 °C. Auad & Moraes (2003) observaram que a 15 °C a taxa de sobrevivência (l_x) de *U. ambrosiae* permaneceu acima de 80 % até o vigésimo segundo dia de vida, a partir do qual declinou gradualmente. Já nas temperaturas de 20 e 25 °C, os mesmos autores relatam que a queda na sobrevivência é mais intensa.

Ao longo do ciclo biológico de *U. ambrosiae*, os valores mais altos de m_x foram observados a 22 °C, com média de 4,60 ninfas/fêmea entre o décimo e vigésimo dia de vida (Figura 7). A fertilidade específica de *U. ambrosiae* a 16 e 19 °C mostrou valores semelhantes durante o ciclo biológico dessa espécie, com as maiores taxas reprodutivas (3,49 e 3,79 ninfas/fêmea/dia) ocorrendo entre o décimo segundo e vigésimo segundo dia de vida e entre o décimo primeiro e vigésimo segundo dia de vida, respectivamente. Nas temperaturas de 25 e 28 °C foram observados os menores valores de fertilidade específica para *U. ambrosiae*. Auad & Moraes (2003) verificaram para *U. ambrosiae* a menor fertilidade específica (m_x) a 25 °C, sendo que na temperatura de 20 °C, valores de m_x foram superiores àqueles observados no presente trabalho nas temperaturas de 19 e 22°C.

Tabela de vida de fertilidade

Aulacorthum solani

Para *A. solani* as maiores taxas líquidas de reprodução (R_0) foram observadas nas temperaturas mais baixas, sendo que o maior valor de R_0 ocorreu a 22 °C (Tabela 1). Já nas temperaturas mais altas, 25 e 28 °C foram obtidos os menores valores de R_0 .

A 22 °C também foram observadas as maiores razões finitas de aumento (r_m) (Tabela 1). Os menores valores de r_m para *A. solani* foram observados a 16 °C. No entanto, observou-se r_m crescentes entre as temperaturas de 16 e 22 °C e decrescentes entre 22 e 28 °C.

A maior razão finita de aumento (λ) para essa espécie foi também observada a 22 °C e a menor a 16 °C (Tabela 1). Para *A. solani*, quando

submetido à temperaturas mais altas, os valores de λ foram maiores quando comparados àqueles estimados nas temperaturas mais baixas.

Os maiores intervalos entre gerações (T) para *A. solani* foi observado a 16 °C (Tabela 1) e o menor valor foram verificados a 28 °C. Esta espécie apresentou valores de T decrescentes com o aumento da temperatura. *A. solani* apresentou o menor valor de TD a 22 °C e o maior a 16 °C (Tabela 1). Os valores de TD observados foram decrescentes de 16 a 22 °C e crescentes de 22 a 28 °C. Vasiceck et al (2002) e Vasiceck et. al (2003), avaliando a influência de diferentes plantas hospedeiras para *A. solani*, em temperatura constante de 10°C, observaram o menor valor de r_m e R_0 para esse pulgão quando mantido em plantas de alface (0,061) e de ervilha (9,35) e os maiores valores em plantas de berinjela (0,089 e 43,95), respectivamente.

No presente trabalho, o desempenho reprodutivo de *A. solani* a 22 °C foi superior às outras temperaturas, como evidenciado pela relação entre os valores de I_x e m_x , pelos altos valores de R_0 , r_m e λ , assim como os pelos baixos valores de T e TD (Tabela 1), demonstrando que esta é a melhor temperatura, dentre as avaliadas, para a reprodução de *A. solani*.

Macrosiphum euphorbiae

Para *M. euphorbiae* o maior valor de R_0 foi observado a 16 °C e o menor a 28 °C (Tabela 1).

A 22 °C foi observada a maior razão finita de aumento (r_m) e o menor valor de r_m para *M. euphorbiae* foi observado a 28 °C (Tabela 1). Os valores estimados de r_m foram crescentes entre as temperaturas de 16 e 22 °C e decrescentes entre 22 e 28 °C. A maior razão finita de aumento (λ) para *M. euphorbiae* foi observada a 22 °C e a menor a 28 °C (Tabela 1). As razões finitas

de aumento obtidas a 16 e 19 °C foram superiores àquelas observada a 22 e 25°C.

Os maiores intervalos entre gerações (T) para *M. euphorbiae* foi observado a 16 °C (Tabela 1) e o menor valor de T foram verificados a 22 °C. Para esta espécie o intervalo de tempo entre gerações (T) foi decrescente entre 16 e 22 °C, e crescente entre 22 e 28 °C. *M. euphorbiae* apresentou o menor valor de TD, período de tempo necessário para a população duplicar em número, a 22 °C (Tabela 1). Os períodos mais longos para esta espécie foram obtidos a 28°C e os valores de TD foram decrescentes de 16 a 22 °C e crescentes de 22 a 28 °C.

A 22 °C foram observados os maiores valores de r_m e λ , além do menor tempo necessário para dobrar em número (TD) e decorrente entre gerações (T) (Tabela 1), indicando esta, dentre as temperaturas avaliadas, como a condição em que *M. euphorbiae* apresenta melhor desempenho reprodutivo.

Uroleucon ambrosiae

Para *U. ambrosiae* o maior valor de R_0 foi observado a 16 °C e o menor a 28 °C (Tabela 1). As taxas líquidas de reprodução (R_0) apresentadas por *M. euphorbiae* e *A. solani* foram superiores àquelas observadas para *U. ambrosiae* em todas as temperaturas avaliadas, exceto a 25 °C, temperatura na qual *U. ambrosiae* apresentou R_0 superior às demais espécies avaliadas. Para *U. ambrosiae*, a 22 °C foi observada a maior razão finita de aumento (r_m) (Tabela 1), e o menor valor foi observado a 28 °C. Os valores de R_m estimados foram crescentes até 22 °C, e decrescentes entre 22 e 28 °C.

A maior razão finita de aumento (λ) para *U. ambrosiae*, foi observada a 22 °C e a menor a 28 °C (Tabela 1). Em estudo realizado por Auad & Moraes (2003), o maior valor de R_0 foi verificado na temperatura de 20 °C ($R_0=70,02$),

já os maiores valores de r_m e λ , assim como os menores de TD ocorreram nas temperaturas de 20 e 25 °C ($r_m = 0,25$, $\lambda = 1,28$ e $TD = 2,7$). Os mesmos autores relatam valores de T decrescentes entre as temperaturas de 15, 20 e 25 °C para esta espécie de pulgão.

No presente trabalho, o maior intervalo entre gerações (T) para *U. ambrosiae* foi observado a 16 °C (Tabela 1) e o menor valor a 28 °C, os valores de T foram decrescentes com o aumento da temperatura. *U. ambrosiae* apresentou os menores valores de TD, período de tempo necessário para a população duplicar em número, a 22 °C (Tabela 1) e o período mais longo foi obtido a 28 °C.

O maior valor de R_0 e T foi observado a 16 °C (Tabela 1). Entretanto, nessa temperatura os valores de m_x apresentaram-se distribuídos de forma mais uniforme com o decorrer dos dias de vida de *U. ambrosiae*. Sendo assim, apesar de apresentar altos valores de R_0 , o crescimento populacional dessa espécie ocorreu de forma mais lenta nessas condições, aumentando o tempo decorrente entre as gerações (T). A 28 °C foram observados os menores valores para T e TD, e também os menores valores para R_0 , λ e r_m (Tabela 1), tendo em vista os efeitos deletérios impostos nessa temperatura. Os valores determinados por meio da tabela de vida de fertilidade demonstram esta como a pior condição, dentre as temperaturas constantes avaliadas, para a reprodução de *U. ambrosiae*. A simultaneidade de altos valores de fertilidade específica (m_x) com taxas de sobrevivência entre 87 e 48 %, o maior r_m e o menor TD, indicam 22 °C, como a melhor temperatura para a reprodução de *U. ambrosiae*.

Conclusões

Os resultados referentes à parâmetros reprodutivos e crescimento populacional das espécies *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* indicam, dentre as temperaturas avaliadas, 22 °C como a mais adequada para a reprodução desses pulgões. Os maiores valores de r_m para *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* ocorreram a 22 °C, temperatura considerada mais adequada, dentre as avaliadas, para a reprodução e crescimento populacional dessas espécies.

Referências Bibliográficas

ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. The innate capacity for increase in numbers. In: ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. (Ed.). **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago, 1954. cap.3, p.31-54.

AUAD, A.M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L.R. Ocorrência de afídeos em alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico. **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.335-339, 2002.

AUAD, A.M.; MORAES, J.C. Biological aspects and Life Table of *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) as a function of temperature. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.657-662, 2003.

BUENO, V.H.P. Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos: pragas em cultivos protegidos e controle biológico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.225, p.9-17, 2005.

CAMPBELL, A.; MACKAUER, M. Thermal constants for development of the pea aphid (Homoptera: Aphididae) and some of its parasites. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.107, n.4, p.419-423, 1975.

EASTOP, V.F. Worldwide importance of aphids as vírus vectors. In: HARRIS, K.F.; MARAMOROSCH, K. **Aphis as virus vectors**. New York: Academic, 1977. cap. 1, p.3-62.

HAYAKAWA, D.L.; GRAFIUS, E.; SSTEHR F.W. Effects of temperature on longevity, reproduction, and development of the asparagus aphid (Homoptera: Aphididae) and the parasitoid, *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmet. Entomology**, v.19, 890-897, 1990

KUO, M.H.; CHIU, M.C.; PERNG, J.J. Temperature effects on life history traits of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) on corn in Taiwan. **Applied Entomology Zoology**, v.41, n.1, p.171-177, 2006.

MEHRPARVAR, M.; HATAMI, B. Effect of temperature on some biological parameters of an Iranian population of the Rose Aphid, *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Aphididae). **Eur. Journal Entomology**, v.104, p.631–634, 2007.

PEÑA-MARTINES, R. Identificação de afidos de importancia agricola. In: URIAS, M.C.; RODRIGUEZ, M.R.; ALEJANDRE, A.T. (Ed.). **Afidos como vetores de vírus en México**. México: Centro de Fitopatologia, 1992. v.1, 135p.

RABASSE, J.M.; STEENIS, M.J. Integrated pest and disease management in greenhouse crops. **Developments in Plant Pathology**, v.14, p.235-243, 1999.

SANCHEZ, J.A.; CÁNOVAS, F.; LACASA, A. Thresholds and management strategies for *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) in greenhouse pepper. **Horticultural Entomology**, v.100, n.1, p 123-130, 2007.

SILVEIRA NETO, S. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, SP: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

STARY, P.; SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, p.107-118, 2007.

VASICEK, A.; LA ROSSA, R.; PAGLIONI, A. Biological and populational aspects of *Nasonovia ribisnigri* and *Aulacorthum solani* on lettuce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.407-414, 2002.

VASICEK, A.; ROSSA, F.; PAGLIONI, A.; MENDY, P. Biological and populational functionality of *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Homoptera: Aphididae) on vegetables hosts under laboratory conditions. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas**, Madrid, v.29, n.1, p.9-15, 2003.

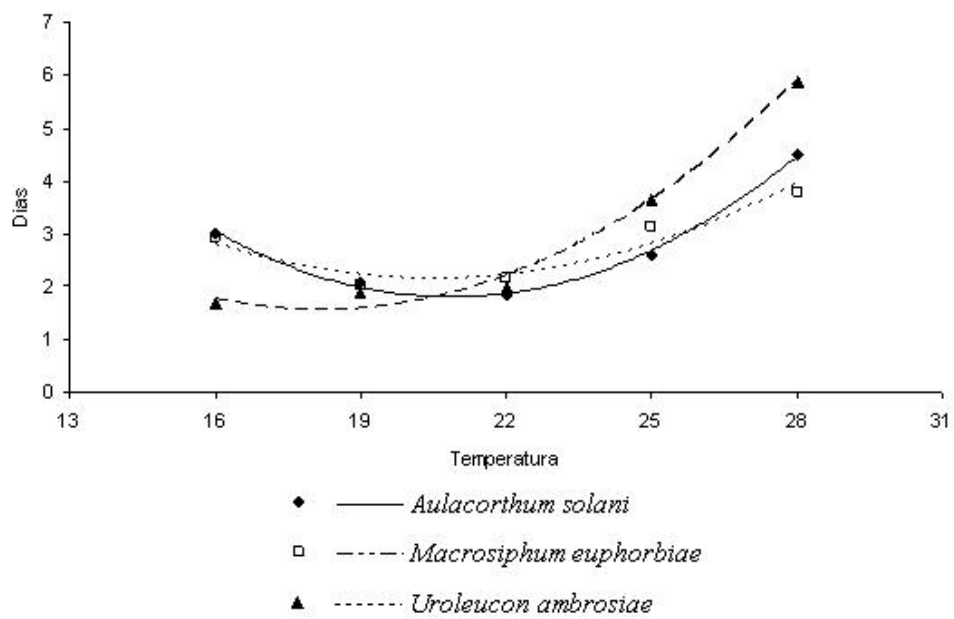


FIGURA 1 - Período Pré-reprodutivo de *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Uroleucon ambrosiae*, em função da temperatura.

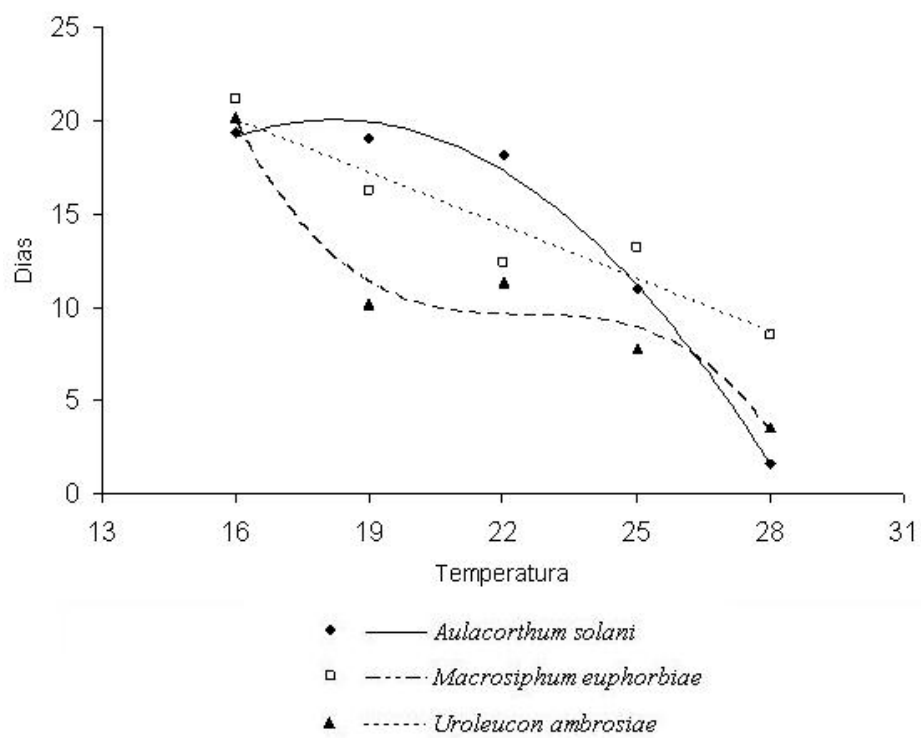


FIGURA 2 - Período Reprodutivo de *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Uroleucon ambrosiae*, em função da temperatura.

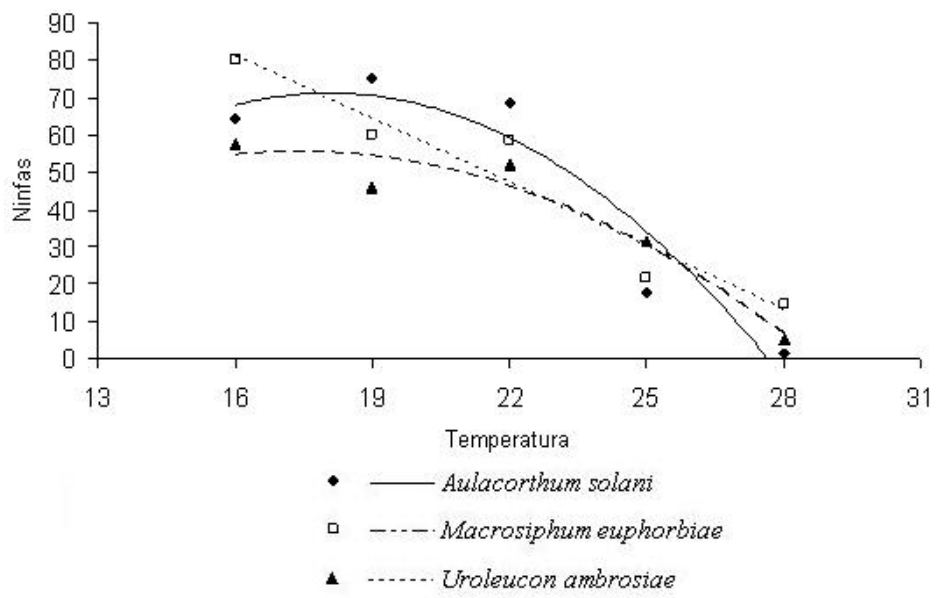


FIGURA 3 - Produção total de ninfas por fêmea de *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Uroleucon ambrosiae*, em função da temperatura.

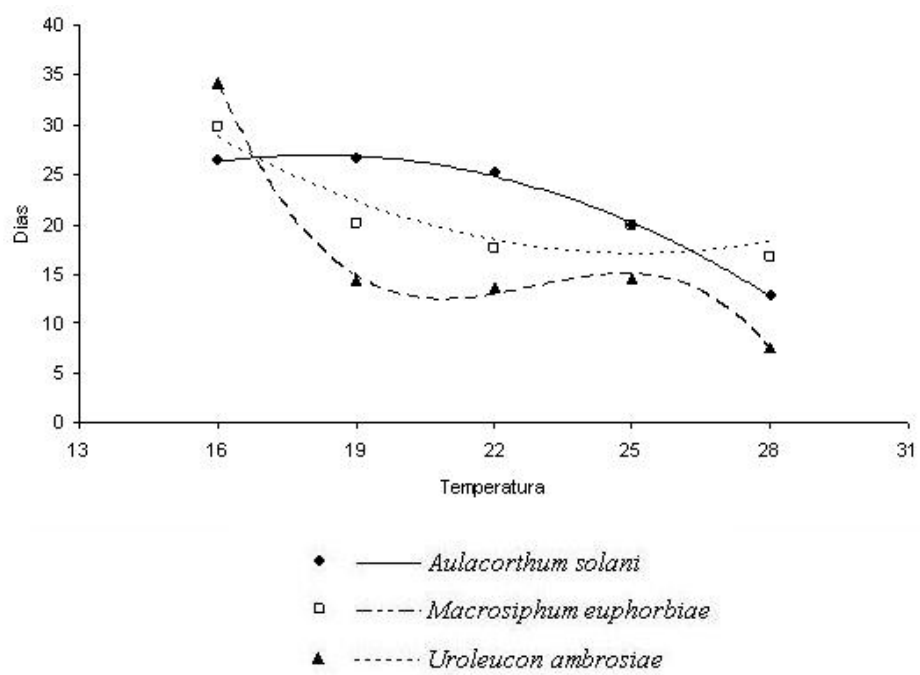


FIGURA 4 - Longevidade de *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* e *roleucon ambrosiae*, em função da temperatura

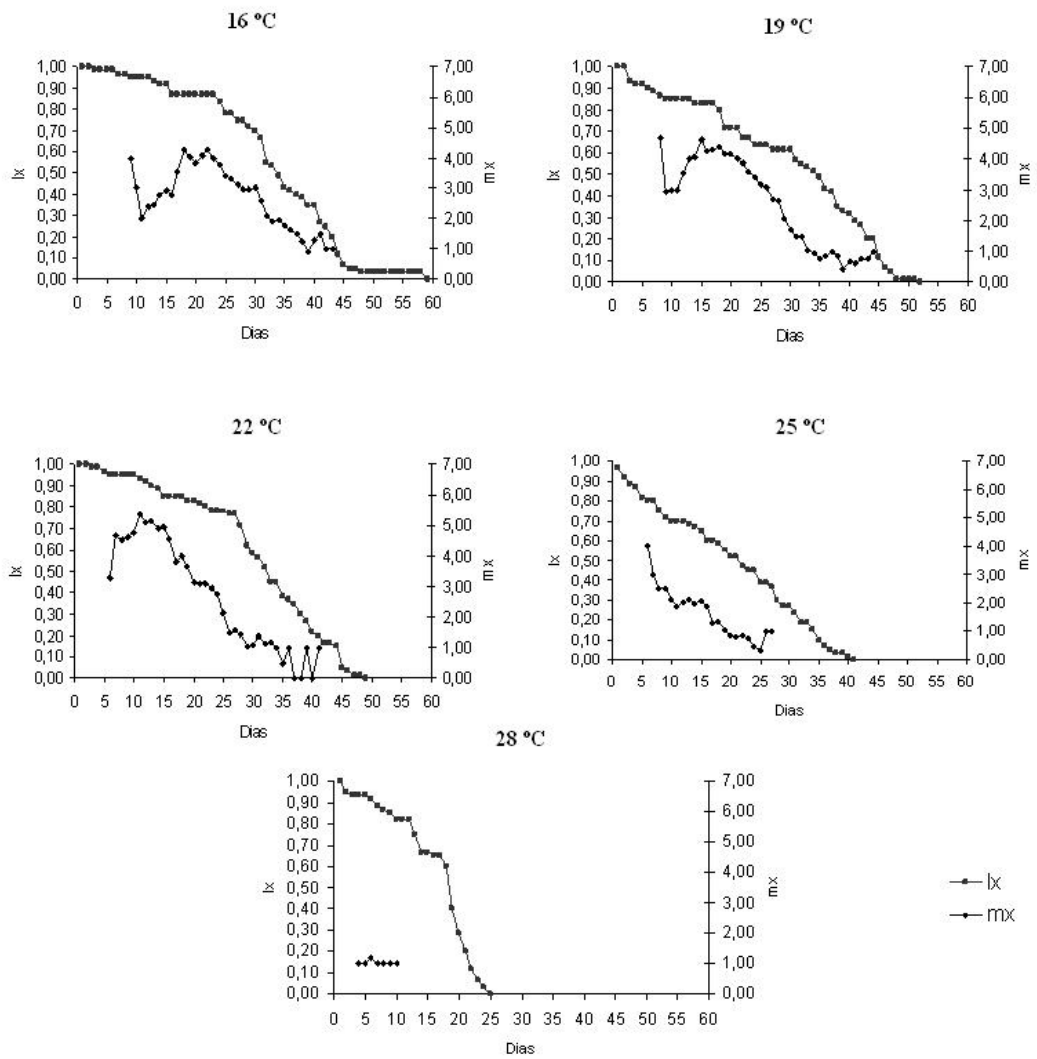


FIGURA 5 - Taxa de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) de *Aulacorthum solani* em diferentes temperaturas

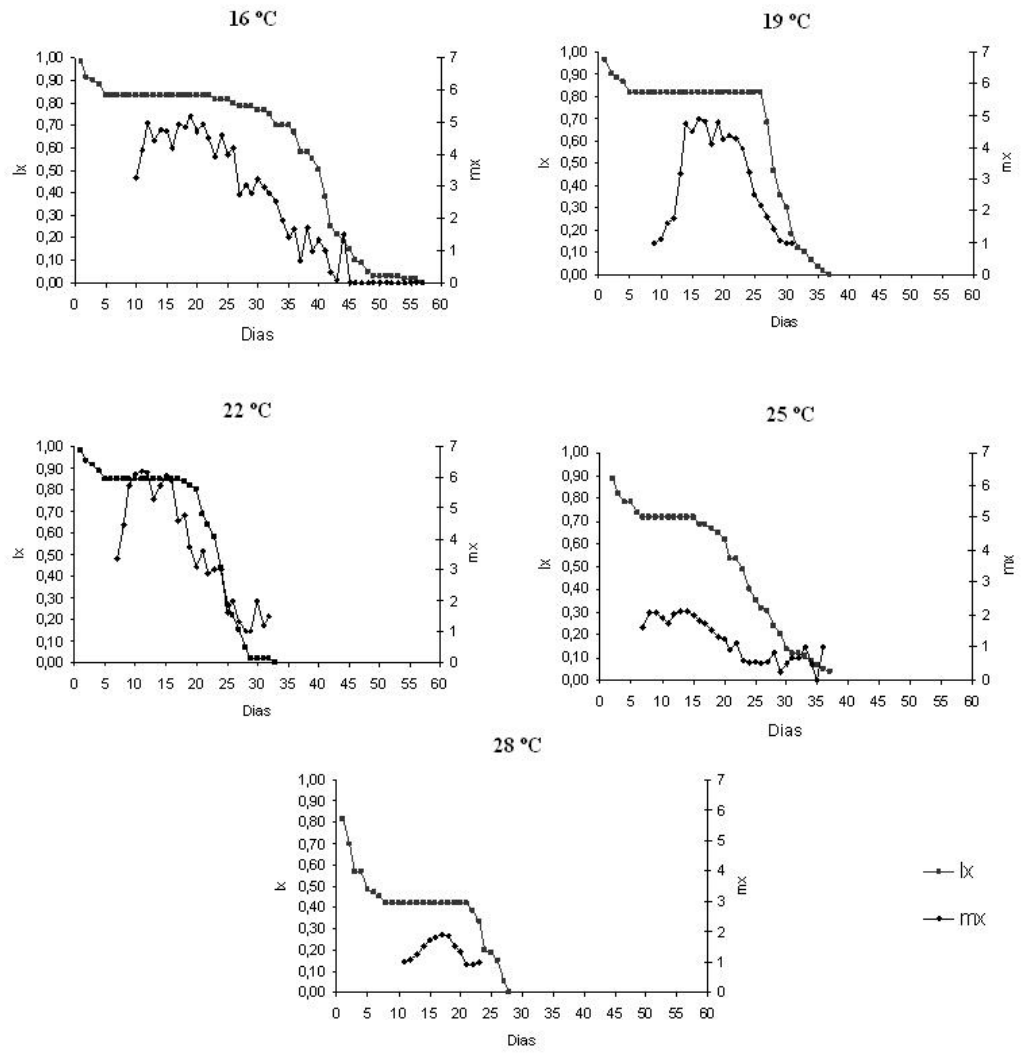


FIGURA 6 - Taxa de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) de *Macrosiphum euphorbiae* em diferentes temperaturas.

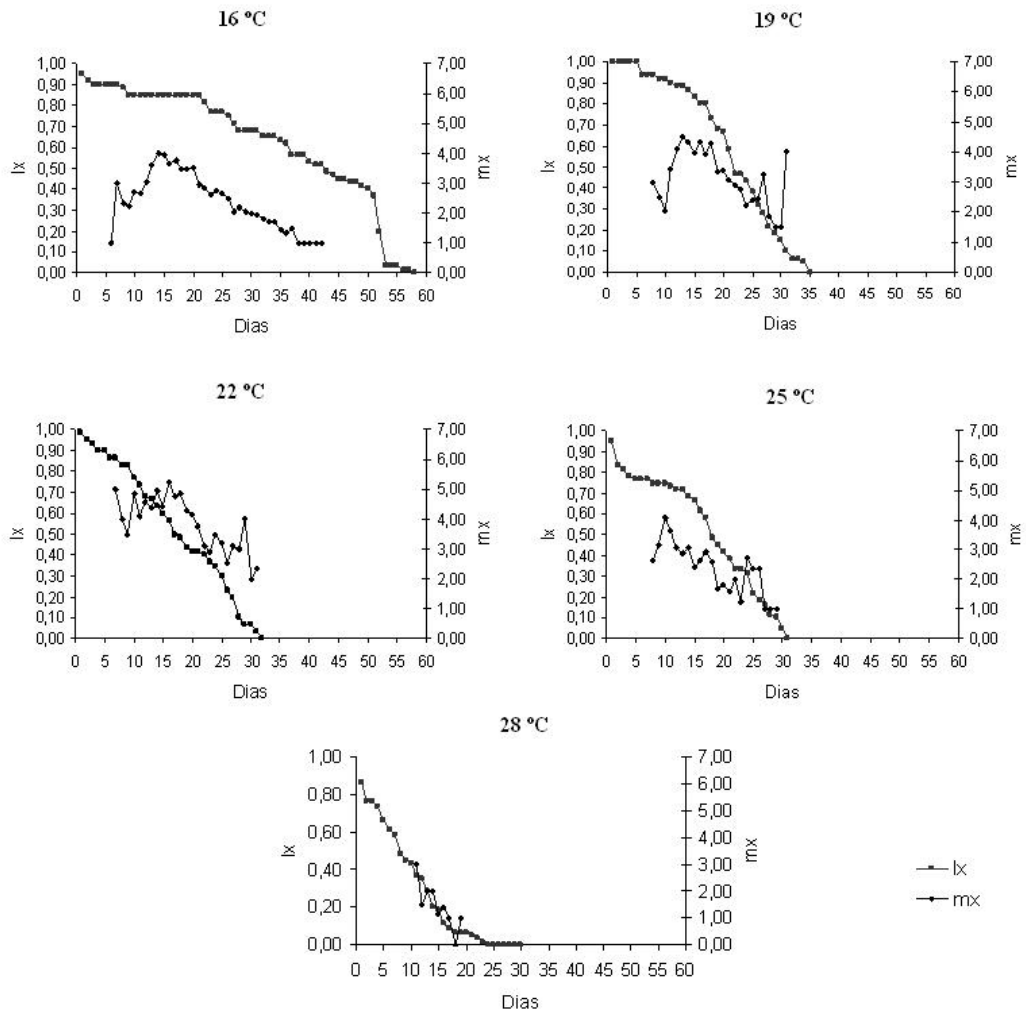


FIGURA 7 - Taxa de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) de *Uroleucon ambrosiae* em diferentes temperaturas

TABELA 1 - Parâmetros populacionais *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* em diferentes temperaturas.

T(°C)	<i>Aulacorthum solani</i>				<i>Macrosiphum euphorbiae</i>				<i>Uroleucon ambrosiae</i>						
	R_0	r_m	T	TD	λ	R_0	r_m	T	TD	λ	R_0	r_m	T	TD	λ
16	71,21	0,20	21,29	3,45	1,22	85,53	0,21	21,66	3,38	1,23	68,40	0,21	19,98	3,28	1,24
19	66,79	0,22	18,88	3,10	1,25	52,78	0,21	18,77	3,29	1,24	48,34	0,24	16,01	2,86	1,27
22	79,16	0,28	15,83	2,51	1,31	68,67	0,29	14,43	2,37	1,34	48,46	0,27	14,56	2,60	1,30
25	23,62	0,26	12,31	2,70	1,29	20,58	0,21	14,62	3,35	1,22	28,07	0,23	14,40	2,99	1,26
28	6,35	0,27	6,88	2,59	1,31	7,27	0,12	16,73	5,83	1,13	3,12	0,09	12,78	7,79	1,09

TABELA 2 - Parâmetros associados às curvas do período pré-reprodutivo, reprodutivo, longevidade e ninfas totais de *A. solani*, *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* em diferentes temperaturas.

	A. solani			M. euphorbiae			U. ambrosiae		
	Equação	R ²	Ponto Max min °C	Equação	R ²	Ponto max min °C	Equação	R ²	Ponto max min °C
Pré-reprodutivo	$Y=0,0524x^2-2,1874x$	0,99	20,86	$Y=0,0321x^2-1,3193x+15,693$	0,90	20,55	$Y=0,0679x^2-2,768x+30,129$	0,98	20,38
Reprodutivo	$Y=-0,1934x^2+7,0518x$	0,99	18,23	$Y=-0,9483x^2+35,171$	0,89	-----	$Y=-0,0364x^2+2,4568x-55,347x+425,58$	0,96	-----
Longevidade	$Y=-0,1474x^2+5,3578x-21,702$	0,99	18,17	$Y=0,1421x^2-7,1293x+106,36$	0,84	25,09	$Y=-0,0836x^2+5,737x-130,24+991,83$	0,99	-----
Ninfas Totais	$Y=-0,7763x^2+28,0666x-182,42$	0,90	18,08	$Y=-5,6783x+171,93$	0,92	17,41	$Y=-0,4351x^2+15,151x-76,519$	0,93	17,41

CAPÍTULO 4

**Biologia e exigências térmicas de *Praon volucre* (Haliday)
(Hym.: Braconidae) em *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)
(Hem.: Aphididae)**

RESUMO

DE CONTI, Bruno Freitas. Biologia e exigências térmicas de *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae) em *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae). In: _____. Biologia e exigências térmicas de *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae) e *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae). 2008. Cap. 4, p.61-86, Dissertação (Mestrado em Entomologia)

O parasitóide *Praon volucre* (Haliday), pode utilizar diversas espécies de pulgões como hospedeiros, sendo a maioria delas pertencentes à tribo Macrosiphini e pragas importantes em cultivo protegido. No entanto, estudos sobre a biologia deste parasitóide são escassos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes temperaturas na biologia de *P. volucre*, assim como suas exigências térmicas, utilizando como hospedeiro a espécie *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). O experimento foi conduzido em câmara climática a 16, 19, 22, 25 e 28±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h. Uma fêmea acasalada e sem experiência prévia de oviposição de *P. volucre* foi liberada em uma placa de Petri (10 cm), contendo disco foliar de alface, *Lactuca sativa* L., (9cm) em solução agar/água 1% e cerca de 30 ninfas de segundo instar de *M. euphorbiae*. O parasitismo foi observado sob microscópio estereoscópico e as ninfas parasitadas apenas uma vez foram individualizadas em placas iguais as mencionadas anteriormente. O desenvolvimento de *P. volucre* foi decrescente de 16 °C até 23,3 °C para machos e de 16 °C até 23,6 °C para fêmeas. As maiores porcentagens de mumificação do pulgão hospedeiro e emergência do parasitóide foram observadas nas temperaturas de 16, 19 e 22 °C, com 90 e 91; 90 e 96; 93 e 93 %, respectivamente. A porcentagem de fêmeas originadas foi decrescente entre 16 e 23,7 °C, e a longevidade de ambos os sexos do parasitóide foram estáveis entre 19 e 22°C. O limite térmico inferior para o desenvolvimento de ovo a adulto de *P. volucre*, foi de 5,17 °C e a constante térmica foi de 243 GD. Temperaturas entre 18 e 22 °C são indicadas como as mais adequadas para o parasitóide *P. volucre*, tendo *M. euphorbiae* como hospedeiro, uma vez que maximizam seus parâmetros biológicos.

ABSTRACT

DE CONTI, Bruno Freitas. Biology and thermal requirements of *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae) in *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae). In: _____. **Biology and thermal requirements of *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hem.: Aphididae) and *Praon volucre* (Haliday) (Hym.: Braconidae)**. 2008. Cap. 4, p.61-86, Dissertation (Master of Science in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

The parasitoid *Praon volucre* (Haliday) can use many aphids' species as host, which most of them belongs to the tribe Macrosiphini and are important pests in many protected crops. Nevertheless, studies about the biology of this parasitoid are rare. The objective of this work was evaluate the effect of different temperatures on the biology of *P. volucre*, as well as their thermal requirements, using as host the aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). The experiment was carried out in climatic chambers at 16, 19, 22, 25 and 28±1°C, 70±10% UR and 12h photophase. One mated female of *P. volucre*, with no previous experience of oviposition was released in a Petri dish (10 cm), with a leaf disc of lettuce (9 cm), in a layer 1% water/agar with nearly 30 second instars nymphs of *M. euphorbiae*. The parasitism was observed in a microscopy and the nymphs that were parasitized just one time were separated in a new Petri dish and kept on the evaluated temperatures. The development time of *P. volucre* decreased from 16 °C to 23.3 °C for males and from 16 °C to 23.6°C for females. The highest percentages of the host mummification and the emergency rate of the parasitoid were observed at the temperatures of 16, 19 and 22 °C, with 90 and 91, 90 and 96, 93 and 93 %, respectively. The percentage of females decreased from 16 to 23.7 °C and the parasitoids longevity from both sexes were stable between 19 and 22 °C. The lower temperature threshold for the *P. volucre* development from egg to adult was 5.17 °C, and the thermal constant was 243 degrees-day .Temperatures between 18 and 22 °C are indicated as the more suitable ones for the parasitoid *P. volucre* using *M. euphorbiae* as host, once they maximize their biological parameters.

Introdução

O parasitóide solitário *Praon volucre* (Haliday), introduzido no Brasil para o controle biológico dos pulgões do trigo (Salvadori & Salles, 2002), se estabeleceu e atualmente pode ser encontrado no estado de Minas Gerais, a pelo menos 300 km de distância dos locais de sua liberação (Starý et al., 2007).

Estudos sobre a taxonomia de espécies de *Praon* Haliday assim como sua associação na relação pulgões-planta hospedeira tem sido conduzidos (Starý, 1995; Kavallieratos et al. 2005; Starý et al 2007), entretanto, poucas informações estão disponíveis quanto a sua biologia em diferentes hospedeiros e ou efetividade como agente de controle biológico. *P. volucre* pode se desenvolver em diversas espécies hospedeiras Starý et al. (2007), dentre elas *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Uroleucon sp.* importantes pragas em cultivos protegidos (Takada, 2002; Bueno, 2005).

O hospedeiro *M. euphorbiae*, de provável origem norte americana, atualmente apresenta distribuição global, coloniza mais de duzentas espécies de plantas hospedeiras (Blackman & Eastop, 1984), e é apontado como principal pulgão- praga em cultivos de tomate (Schelt & Wäckers, 2003), rosa (Aragón et al., 2007) e alface hidropônica em casa de vegetação.

Para o controle biológico de afídeos da tribo Macrosiphini, tais como *M. euphorbiae* tem sido usado o parasitóide *Aphidius ervi* Haliday (Malais & Ravensberg, 2003), entretanto estudos ainda são necessários quanto à criação, seleção e avaliação de outros inimigos naturais de espécies pertencentes á tribo Macrosiphini (Schelt & Wäckers, 2003). Segundo Aragón et al. (2007), o parasitóide nativo *Praon pos. occidentale*, apresentou maior eficiência no controle de *M. euphorbiae* do que os inimigos naturais introduzidos, e a espécie *P. volucre* é mencionada como possível agente de controle de *M. euphorbiae* (Carver & Woolcock 1986, Starý et al., 2007).

Também é sabido que a temperatura é um dos fatores abióticos de maior influência na biologia de pragas e inimigos naturais, afetando diversos parâmetros biológicos de parasitóides, tais como, desenvolvimento, longevidade (Hagvar & Hofsvang 1991) e fecundidade (Steenis, 1993), os quais têm implicações diretas no seu crescimento populacional. Insetos entomófagos, como parasitóides freqüentemente apresentam temperatura ótima diferente da de seu hospedeiro, e podem ser ineficazes como agentes de controle biológico em condições desfavoráveis (Horn, 1998). Assim, o conhecimento quanto à exigências térmicas e à adaptabilidade às condições climáticas também pode ser um dos fatores chave para o sucesso de parasitóides como agentes de controle em programas de controle biológico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas sobre a biologia de *P. volucre* tendo como hospedeiro o pulgão *M. euphorbiae*, assim como suas exigências térmicas, visando à criação e seleção desse parasitóide como agente de controle biológico para uso em sistemas de cultivos protegidos.

Material e métodos

Obtenção e criação de *M. euphorbiae*

Plantas de alface, cultivar Verônica, contendo colônias de *M. euphorbiae* foram coletadas em cultivo hidropônico de alface no campus da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. Após identificação, os afídeos foram transferidos e mantidos em placas de Petri (15 cm), contendo disco foliar de alface de mesmo cultivar (14 cm) em solução ágar/água 1% em câmara climática a $22\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12h. A cada cinco dias, ou sempre que necessário, as colônias presentes nessas placas foram transferidas, com auxílio de pincel, para outra placa contendo novo disco foliar de alface sobre solução ágar/água 1%. As colônias dessas placas de Petri constituíram uma criação de manutenção de *M. euphorbiae* e foram utilizadas para iniciar a criação dos mesmos em vasos com plantas de alface presentes em gaiolas de acrílico (90x45x45 cm).

Mudas de alface, cultivar Verônica, semeadas em bandeja de isopor de 96 células, foram transplantadas 20 dias após a semeadura para vasos de 3 litros com substrato comercial Plantmax[®]. As plantas foram mantidas em casa de vegetação com temperatura e luminosidade ambiente. Foram utilizadas plantas entre 20 e 30 dias após o transplantio. Em uma gaiola de acrílico (90x45x45 cm), três vasos contendo plantas nesse estágio de desenvolvimento, receberam cerca de 50 afídeos adultos cada. Aos primeiros sinais de inadequação nutricional dessas plantas, ou ao observar movimentação dos afídeos, novas plantas de alface foram introduzidas na gaiola. Após o período de 48 horas, tempo suficiente para que os afídeos movessem para a outra planta, os vasos que continham as plantas velhas foram eliminados. Os pulgões *M. euphorbiae*

obtidos por esse sistema de criação foram utilizados como hospedeiros para a criação de *P. volucre*.

Obtenção e criação de *P. volucre*

Plantas de falsa-serralha, *Emilia sonchifolia* L., que continham mummies e pulgões do gênero *Myzus* sp foram coletadas no campo e em seguida levadas ao laboratório no interior de sacos plásticos transparentes, onde foi feita a triagem do material. Em sala climatizada (22 ± 3 °C), as mummies coletadas foram individualizadas em tubos de vidro (100x8 mm), contendo uma gota de mel puro, visando à alimentação do adulto logo após a emergência. Os pulgões coletados foram colocados sobre um *bouquet* feito com as partes vegetais nas quais foram encontrados e mantidos em tubos com água. Esses *bouquets* infestados com pulgões foram mantidos em gaiolas de acrílico por cerca de uma semana, com observações diárias quanto à ocorrência da mumificação. Após esse período, todas as mummies formadas foram individualizadas e o *bouquet* descartado. Após a emergência dos parasitóides adultos, os mesmos foram identificados de acordo com metodologia proposta por Tomanovic et al. (2003).

Após o acasalamento, os parasitóides adultos obtidos foram liberados em gaiola de acrílico (60x30x30 cm) contendo planta de alface infestada com *M. euphorbiae*. Visando minimizar o comportamento de defesa, que consiste da fuga de *M. euphorbiae* quando na presença de parasitóides, esta planta foi introduzida na gaiola cerca de 24 horas antes da liberação dos parasitóides, evitando-se dessa forma o estresse dos afídeos duas vezes no mesmo dia, uma pela manipulação da planta e outra pelo parasitismo. Aproximadamente 5 dias depois uma nova planta de alface, desta vez oriunda da casa de vegetação e livre de quaisquer doenças ou pragas, foi introduzida na gaiola. Os pulgões que neste momento encontravam-se próximos à mumificação abandonavam a planta original e moviam-se para a nova planta, ou seja, movimentavam-se para um

substrato mais adequado para a formação das múmias. Após a emergência e acasalamento dos parasitóides adultos, as plantas de alface foram substituídas por outra planta que continha colônias de *M. euphorbiae*, dando assim continuidade à criação do parasitóide *P. volucre*.

Biologia de *Praon volucre* em *M. euphorbiae* em diferentes temperaturas

Múmias provenientes da criação de manutenção de *P. volucre* foram individualizadas em tubos de vidro (100x8 mm), contendo uma gota de mel puro. No sentido de padronização, fêmeas que emergiam no período da manhã, entre 7 e 10 horas, receberam água, foram acasaladas e utilizadas no experimento.

Ninfas de segundo ínstar de *M. euphorbiae*, com uma diferença etária máxima de 6 horas, foram oferecidas ao parasitóide em placas de Petri (15 cm), contendo disco foliar de alface (14 cm) sobre solução ágar/água 1%. O parasitismo foi observado com o auxílio de um microscópio estereoscópico, em sala climatizada (22 ± 3 °C) e os pulgões atacados com êxito foram individualizados em placa de Petri (10 cm), contendo disco foliar de alface (9 cm) sobre solução ágar/água 1%. Essas placas foram levadas à câmaras climatizadas ajustadas a 16, 19, 22, 25 e 28 ± 1 °C; UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Para cada tratamento foram utilizadas sessenta repetições e dez fêmeas de *P. volucre*, ou seja, cada uma gerou seis das sessenta unidades experimentais que compõe cada tratamento. As avaliações foram realizadas com auxílio de microscópio estereoscópico até a emergência dos adultos.

Dentro de cada temperatura avaliada os pulgões hospedeiros que sobreviveram ao parasitismo foram dissecados com o objetivo de constatar a presença de larvas do parasitóide em seu interior. As múmias das quais não emergiram parasitóides também foram dissecadas visando observar o estágio de

desenvolvimento do parasitóide em seu interior. Os pulgões hospedeiros foram dissecados aos 32, 23, 22, 18 e 16 dias após a oviposição de *P. volucre* e as múmias após 35, 28, 28, 23 e 20 dias, para as temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28 °C, respectivamente. O estágio ou fase de desenvolvimento do parasitóide foi determinado por meio de descrições de imaturos propostas por Monguí et al. (1986) e na avaliação da sobrevivência das larvas, foi utilizada metodologia proposta por Sampaio et al. (2001), baseada na coloração e movimentação das larvas.

Análise dos dados

Para os cálculos de porcentagem foram agrupados os valores obtidos de cada 12 pulgões hospedeiros, ou seja, os dados referentes a duas fêmeas de *P. volucre*. Quanto aos parâmetros biológicos de *P. volucre* em diferentes temperaturas foi realizada a análise de variância, e quando significativa a análise de regressão. O desenvolvimento da oviposição à emergência dos adultos e a longevidade dos parasitóides foram analisados em esquema fatorial 2 x 5 (dois sexos e cinco temperaturas).

No cálculo da temperatura base (T_b) e constante térmica (K), foi utilizado o método da hipérbole, de acordo com metodologia proposta por Haddad & Parra (1984).

Resultados e discussão

Desenvolvimento de *P. volucre*

Não ocorreu interação significativa do período de desenvolvimento de machos e fêmeas de *P. volucre* em *M. euphorbiae* e as temperaturas a que foram submetidos. A relação entre desenvolvimento do parasitóide e temperatura se ajustou à função polinomial de segundo grau.

O desenvolvimento de *P. volucre* no hospedeiro *M. euphorbiae* foi decrescente de 16 °C (25,5 dias) até 23,3 °C (12,7 dias) para machos e de 16 °C (25,9 dias) até 23,6 °C (12,9 dias) para fêmeas e a partir dessas temperaturas, o desenvolvimento foi praticamente estável até 25 °C (13 dias para ambos os sexos) (Figura 1). Sigsgaard (2000), utilizando como hospedeiro *Sitobion avenae* (Fabricius), também verificou períodos de desenvolvimento decrescentes para as espécies *P. volucre* e *P. gallicum* entre as temperaturas de 8 a 25 °C. Na temperatura de 22 °C, o desenvolvimento de *P. volucre* em *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae* foram de 15,20 dias e 15,82 dias para machos e 15,92 e 15,33 dias para fêmeas, respectivamente (De Conti et al., 2008). Também Campbell & Mackauer (1975), observaram que *Praon pequodorum* apresentou período de desenvolvimento de 15,3 dias em *Acyrtosiphon pisum* (Harris) a 19,7°C.

Porcentagens de mumificação de *M. euphorbiae* e emergência de *P. volucre*

A porcentagem de mumificação de *M. euphorbiae* parasitado por *P. volucre* seguiu um modelo quadrático, crescente entre as temperaturas de 16 e 20,0 °C e decrescente entre as temperaturas de 20,0 e 28 °C (Figura 2). As taxas de mumificação de *M. euphorbiae* observadas foram de 90; 90; 93; 47; 23% nas temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28 °C, respectivamente.

A porcentagem de emergência de *P. volucre* em *M. euphorbiae* ajustou-se à relação cúbica, crescente entre as temperaturas de 16 e 19,7 °C, e decrescente entre 19,7 °C e 28 °C. (Figura 3). Dentre as temperaturas avaliadas, foram observadas a 16, 19 e 22 °C as maiores porcentagens de emergência, 91; 96 e 93 %, respectivamente. A partir de 22 °C houve redução dessa taxa com o aumento da temperatura, sendo que a 25 °C foi observada taxa de 64% e a 28 °C não foi observada a emergência do parasitóide.

As dissecações das múmias das quais não emergiram parasitóides revelaram que a 16 °C, 20% apresentavam pupas em seu interior e as demais continham indivíduos adultos. Nas múmias formadas a 19 e 22 °C foram encontrados apenas parasitóides adultos. Já a 25 °C, 40% das múmias continham larvas de terceiro instar e as restantes, indivíduos adultos de *P. volucre*. A 28 °C, temperatura na qual não correu emergência do parasitóide, em apenas uma múmia foi encontrada uma larva do parasitóide e nas demais (90%), foram encontrados indivíduos adultos (Tabela 1), mas no geral com formação das asas ainda incompleta. Cabe salientar de que os adultos formados nas demais temperaturas avaliadas não apresentaram nenhuma alteração morfológica evidente.

Após a dissecação das múmias, foi avaliada a porcentagem de fêmeas de *P. volucre*, considerando apenas os indivíduos adultos que não emergiram das múmias. As porcentagens observadas foram de 25, 33, 25, 33 e 38 % nas temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28 °C. Sigsgaard (2000) observou para *P. volucre* e *P. gallicum* aumento nas taxas de parasitismo e decréscimo na mortalidade entre as temperaturas de 8 e 20 °C, destacando a temperatura de 20 °C como a de menor mortalidade para *P. volucre*.

Altas taxas de mortalidade, queda na porcentagem de mumificação e de emergência de *P. volucre* em temperaturas elevadas, também são relatadas para outras espécies de afidiíneos, como *A. colemani* e *L. testaceipes* (Sampaio et al.,

2007; Rodrigues et al., 2004). Já Aragón et al. (2007), utilizando *M. euphorbiae* como hospedeiro nas temperaturas de 18, 25 e 28 °C, observaram para *P. occidentale*, taxas de parasitismo e emergência crescentes com o aumento da temperatura.

A sobrevivência das ninfas de *M. euphorbiae* ao parasitismo por *P. volucre* no presente trabalho provavelmente pode ter ocorrido pela não deposição do ovo no ato do parasitismo ou por reações imunológicas do hospedeiro. Afirmações de vários autores apontam que a principal defesa imunológica dos pulgões contra o parasitismo é a eliminação dos ovos do parasitóide (Carver & Sullivan, 1988; Henter & Via, 1995), e os pulgões que foram dissecados neste trabalho não continham larvas de *P. volucre*, entretanto a causa exata desse fenômeno não foi possível determinar.

Razão sexual de *P. volucre*

A razão sexual de *P. volucre* seguiu relação polinomial de segundo grau. A porcentagem de fêmeas originadas no hospedeiro *M. euphorbiae* foi decrescente entre 16 e 23,7 °C, e a partir de 23,7 °C a razão sexual apresentou tendência à estabilidade (Figura 4). Dentre as temperaturas avaliadas a maior razão sexual, 0,65 ($\chi^2=9,0$, $P \leq 0,05$), foi observada a 16 °C. Nas temperaturas de 19 e 22 °C as razões sexuais obtidas de 0,45 ($\chi^2 = 1,0$) e 0,44 ($\chi^2=1,4$) não apresentaram diferenças significativas e a 25 °C foi observada a menor razão sexual 0,39 ($\chi^2= 4,84$, $P \leq 0,05$).

Diversos parasitóides de afídeos apresentam altas proporções de fêmeas em baixas temperaturas e decréscimo da razão sexual em altas temperaturas. Langer et al. (2004) observaram esse comportamento para as razões sexuais de *A. ervi*, *P. volucre*, *P. gallicum* e *A. rhopalosphi*. Segundo Shukla & Tripathi (1993) em parasitóides de afídeos a razão sexual normalmente é alta, com a

ocorrência de até 60% a 70% de fêmeas, mas pode ser influenciada pelas condições ambientais, pelo tamanho e densidade do hospedeiro. Sampaio et al. (2007) e Rodrigues et al. (2004) observaram para *A. colemani* e *L. testaceipes* razões sexuais entre 41,9 e 64,7 % e 35 e 54 %, respectivamente. Já Aragón et al. (2007), utilizando *M. euphorbiae* como hospedeiro de *P. pos occidentale* nas temperaturas de 18, 25 e 28 °C, observaram maior emergência de machos nas temperaturas de 18 e 28 °C, e a 25 °C a razão sexual foi próxima a 50 %.

Longevidade de *P. volucre*

A longevidade de machos e fêmeas de *P. volucre* em função da temperatura seguiu relação cúbica. Os valores observados para a longevidade foram decrescentes entre 16 e 19 °C, estáveis entre 19 e 22 °C e novamente decrescentes entre 22 e 25 °C (Figura 5). A 19 °C ocorreu interação significativa entre sexo e temperatura, indicando maior longevidade de fêmeas de *P. volucre* (Tabela 2). Isto corrobora estudos de De Conti et al. (2008), os quais observaram longevidade de *P. volucre* de 19,53 e 17,83 dias para machos e 20,33 e 18,39 dias para fêmeas em *M. euphorbiae* e *U. ambrosiae*, a 22 °C.

Temperatura base (T_b) e constante térmica (K) de *Praon volucre*

O limite térmico inferior para o desenvolvimento de ovo a adulto de *P. volucre*, foi de 5,17 °C e a constante térmica foi de 243 GD (Figura 6). Os valores estimados para *P. volucre* estão dentro dos intervalos de 2,19 a 7,5 °C e 116 a 301 GD, normalmente encontrados para os parasitóides de pulgões da subfamília Aphidiinae (Sampaio et al. 2007). Sigsgaard (2000) observou limites

e constante térmica de *P. volucre* para o período decorrente de ovo a múmia de 3,8 °C e 124 GD, e de múmia a adulto de 5,5 °C e 126 GD

Conclusões

O curto período de desenvolvimento, altas porcentagens de mumificação e de emergência e razão sexual indicam temperaturas entre 18 e 22 °C, como a faixa mais adequada para o parasitóide *P. volucra*, utilizando *M. euphorbiae* como seu hospedeiro. A temperatura base para o desenvolvimento de ovo a adulto de *P. volucra*, foi de 5,17 °C e a constante térmica foi de 243 GD.

Referências bibliográficas

ARAGÓN, S.; CANTOR, F.; CURE, J.R.; RODRIGUEZ, D. Capacidad parasítica de *Praon pos. occidentale* (Hymenoptera: Braconidae) sobre *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) em condiciones de laboratorio. **Agronomia Colombiana**, v.25, n.1, p.142-148, 2007.

BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.P. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 1984. 446p.

BUENO, V.H.P. Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos In: Pragas em Cultivos Protegidos e Controle Biológico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.225, p.9-17, 2005.

CAMPBELL, A.; MACKAUER, M. Thermal constants for development of the pea aphid (Homoptera: Aphididae) and some of its parasites. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.107, n.4, p.419-423, 1975.

CARVER, M.; WOOLCOCK, L.T. The introduction into Australia of biological control agents of *Hyperomyzus lactucae* (L.) (HOMOPTERA: APHIDIDAE). **Journal Aust Ent. Soc.**, v.25, p.65-69, 1986.

CARVER, M.; SULLIVAN, D.J. Encapsulative defence reactions of aphids (Hemiptera: Aphididae) to insect parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae and Aphelinidae). In NIEMCZYK, E.; DIXON, A.F.G. (Ed.). **Ecology and effectiveness of aphidophaga**. The Hague: SPB Academic, 1988. p.209-303.

DE CONTI, B.F.; BUENO, V.H.P., SAMPAIO, M.V. The parasitoid *Praon volucre* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) as a potential biological control agent for the aphid *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) on lettuce in Brazil. **European Journal of Entomology**, 2008. No prelo.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1984. 12p.

HÅGVAR, E.B.; HOFVANG, T. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. **Biocontrol News Inf.** v.12, p.13-41, 1991.

HENTER, H.J.; VIA, S. The potential for coevolution in a host-parasitoid system. I. Genetic variation within an aphid in susceptibility to a parasitic wasp. **Evolution.** v.49, p.427-438, 1995.

HORN, D.J. Temperature synergism in integrated pest management. In: HALLMAN, G.J.; DENLINGER, D.L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management.** Boulder: Westview, 1998. p.125-139.

KAVALLIERATOS, N.G.; TOMANOVIC, Z.; STARY, P.; ATHANASSIOU, C.G.; FASSEAS, C.; PETROVIC, O.; STANISAVLJEVIC, L.Z.; VERONIKI, M.A. *Praon Haliday* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe: key, host range and phylogenetic relationships. **Zoologischer Anzeiger,** v.243, p.181-209, 2005.

LANGER, A.; BOIVIN, G.; HANCE, T. Oviposition, flight and walking capacity at low temperatures of four aphid parasitoid species (Hymenoptera: Aphidiinae). **European Journal Entomology,** v.101, p.473-479, 2004.

MALAIS, M.; RAVENSBERG, W.J. **The biology of glasshouse pest and their natural enemies:** knowing and recognizing. 2.ed. The Netherlands: Koppert Biological System, 2003. 288p.

MONGUÍ, H.B.; LUGUE, J.E.; ESCOBAR, J. Biología de *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitóide de *Myzus persicae* (Homoptera: Apyidae) en crisantemos de la sabana de Bogotá. **Rev. Colomb. Entomol.,** v.12, p.46-53, 1986.

RODRIGUES, S.M.M.; BUENO, V.H.P, SAMPAIO, M.V.; SOGLIA, M.C.M. Influência da Temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). **Neotrop. Entomol.,** v.33, n.3, p.341-346, 2004.

SALVADORI, J.R.; SALLES, L.A.B. Controle biológico dos pulgões do trigo. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.427-448.

SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P.; VAN LENTEREN, J.C. Preferência de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) por *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotrop. Entomol.**, v.30, p.655-660, 2001.

SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P.; RODRIGUES, S.M.M.; SOGLIA, M.C.M.; DE CONTI, B.F. Desenvolvimento de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e alterações causadas pelo parasitismo no hospedeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotrop. Entomol.**, v.36, n.3, p. 436-444, 2007.

SHELTON, J.V.; WÄCKERS, F. The biological control of *Aulacorthum solani* in greenhouse grown pepper; research on a tri-trophic system. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECOLOGY OF APHIDOPHAGA: biology, ecology and behaviour of aphidophagous insects, 8., 2003, Arquipélago. **Proceedings...** Arquipélago: Life and Marine Science, 2003. p.21-27. Supplement, 5.

SHUKLA, A.N.; TRIPHATHI, C.P.M. Effect of food plants on the offspring sex ratio of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasitoid of *Lipaphis erysimi* Kalt. (Hemiptera: Aphididae). **Biol. Agric. Hort.**, v.9, p.137-146, 1993.

SIGSGAARD, L. The temperature-dependent duration of development and parasitism of three cereal aphid parasitoids, *Aphidius ervi*, *A. rhopalosiphii*, and *Praon volucre*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.95, p.173-184, 2000.

STARÝ, P. The aphidiidae of Chile (Hymenoptera, Ichneumonoidea, Aphidiidae). **Deutsches Entomologisches Zeitschrift N.F.** v.42, p.113-138, 1995.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to

biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, p.107-118, 2007.

TAKADA, H. Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; Aphelinidae) of four principal pest aphids (Homoptera: Aphididae) on greenhouse vegetable crops in Japan. **Applied Entomology and Zoology**, v.37, p.237-249, 2002.

TOMANOVIC, Z.; KAVALLIERATOS, N.G.; ATHANASSIOU, C.G.; STANISAVLJEVIC, L.Z. A review of the West Palaearctic aphidiines (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) parasitic on *Uroleucon* spp., with the description of a new species. **Ann. Soc. Entomol. Fr.**, v.39, n.4, p.343-353, 2003.

VAN STEENIS, M.J.. Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Vier. (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* (Glov.) (Hom., Aphididae), at different temperatures. **Journal Applied Entomology**, v.116, p.192-198, 1993.

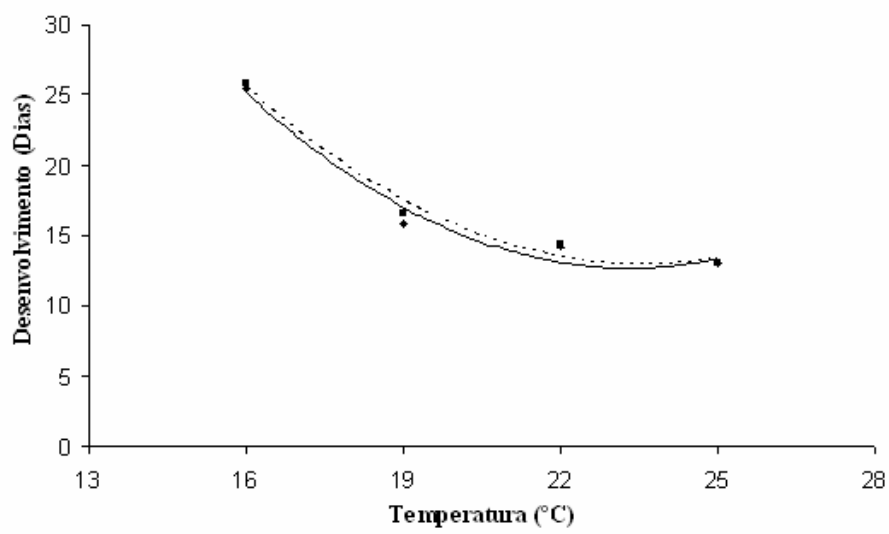


FIGURA 1 - Desenvolvimento de machos (—) e fêmeas (---) de *P. volucre* em diferentes temperaturas no hospedeiro *M. euphorbiae*.

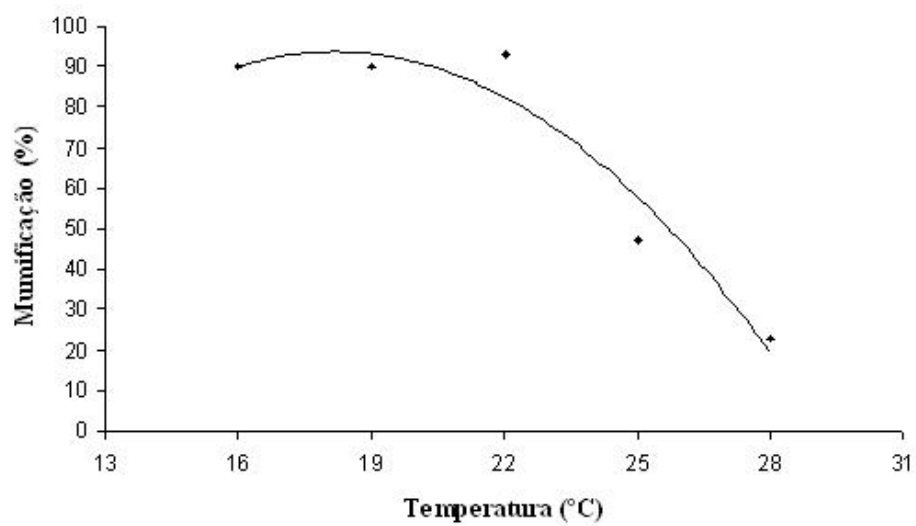


FIGURA 2 - Mumificação de *M. euphorbiae* parasitado por *P. volucre* em diferentes temperaturas

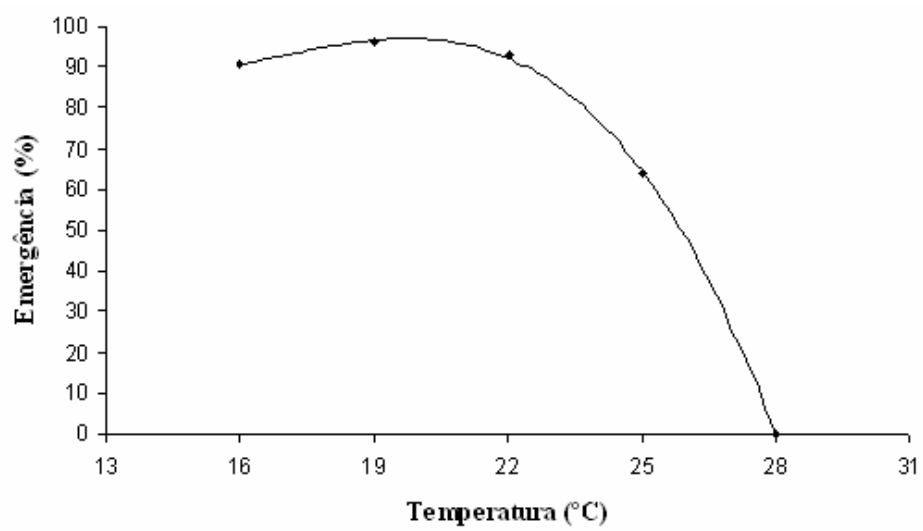


FIGURA 3 - Emergência (%) de *P. volucre* no hospedeiro *M. euphorbiae* em diferentes temperaturas

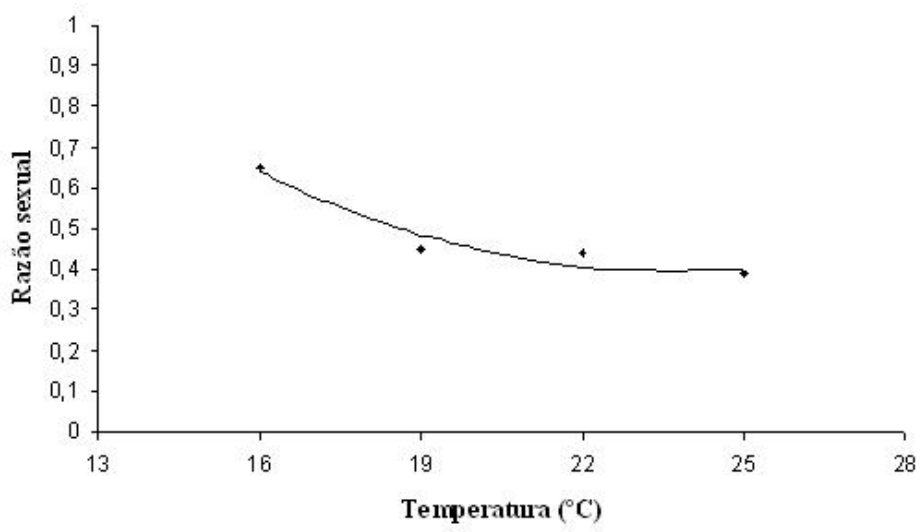


FIGURA 4 - Razão sexual de *P. volucre* no hospedeiro *M. euphorbiae* em diferentes temperaturas.

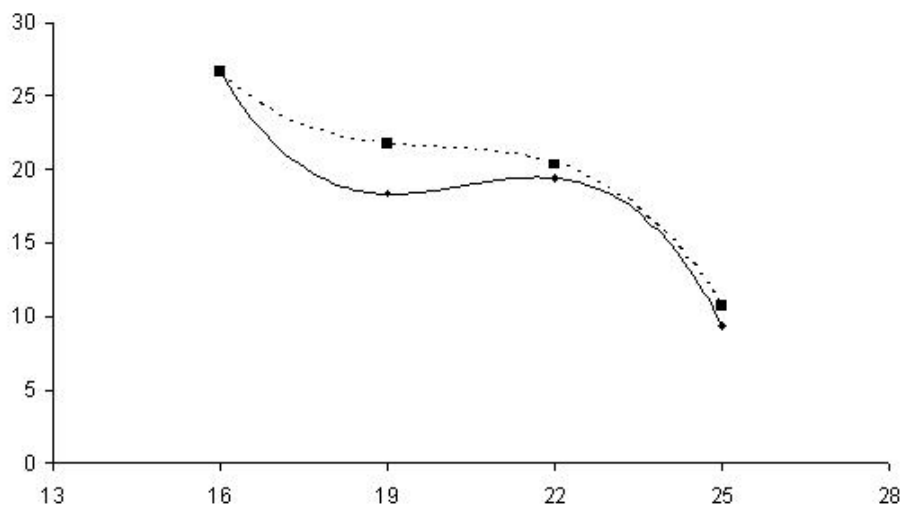


FIGURA 5 - Longevidade de machos (—) e fêmeas (---) de *P. volucre* no hospedeiro *M. euphorbiae* em diferentes temperaturas

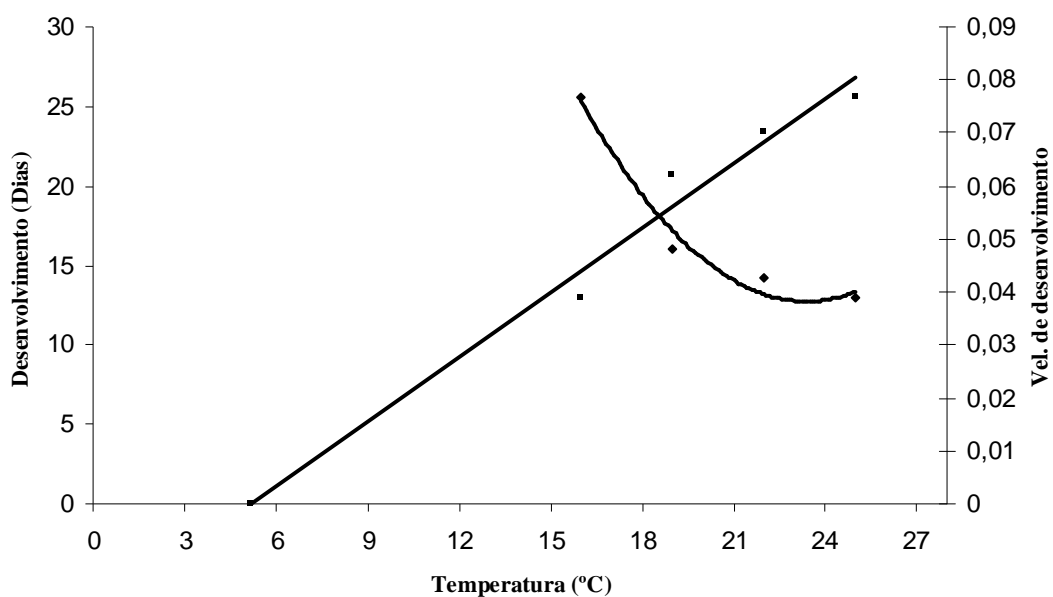


FIGURA 6 - Velocidade de desenvolvimento e temperatura base para o parasitóide *P. volucre* no hospedeiro *M. euphorbiae*

TABELA 1 - Estágios de desenvolvimento de parasitóides *P. volucre* mortos durante o processo de mumificação do hospedeiro *M. euphorbiae* em diferentes temperaturas

Fase de desenvolvimento (%) <i>Praon volucre</i>				
Temp. °C	Larva (n)	Pupa (n)	Adulto (n)	Fêmeas% (n)
16	0 (0)	20 (1)	80 (4)	25 (1)
19	0 (0)	0 (0)	100 (1)	33 (1)
22	0 (0)	0 (0)	100 (4)	25 (1)
25	40 (4)	0 (0)	60 (6)	33 (2)
28	10 (1)	0 (0)	90 (13)	38 (5)

TABELA 2 - Longevidade de machos e fêmeas de *P. volucre* no hospedeiro *M. euphorbiae* em diferentes temperaturas.

Temp. °C	Longevidade	
	Machos (n)	Fêmeas (n)
16	26,7 ± 1,2 a (17)	26,7 ± 1,7 a (32)
19	18,4 ± 3,8 a (28)	21,7 ± 1,6 b (23)
22	19,4 ± 1,7 a (29)	20,4 ± 2,8 a (23)
25	9,4 ± 3,9 a (11)	10,8 ± 2,5 a (7)

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem segundo teste de Tukey 5%.

TABELA 3 - Parâmetros associados às curvas de mumificação, emergência, razão sexual, desenvolvimento e longevidade de *P. volucre* em *M. euphorbiae* em diferentes temperaturas.

Praon volucre			
Parâmetro Biológico	Equação	R ²	Ponto de max/min
Mumificação	$y = -0,7698x^2 + 27,973x - 160,35$	0,94	20,0
Emergência	$y = -0,0833x^3 + 4,1984x^2 - 68,313x + 450,43$	0,99	19,7
Razão sexual	$y = 0,0042x^2 - 0,1972x + 2,7265$	0,93	23,5
Velocidade de Desenvolvimento	$y = 0,0041x - 0,021$	0,98	-----
Desenvolvimento	♂ $y = 0,2344x^2 - 10,917x + 139,77$	0,98	23,3
	♀ $y = 0,22x^2 - 10,381x + 135,35$	0,98	23,6
Longevidade	♂ $y = -0,126x^3 + 7,7043x^2 - 156,33x + 1072$	0,99	-----
	♀ $y = -0,074x^3 + 4,4215x^2 - 88,24x + 609,76$	0,99	-----

ANEXOS

ANEXO 1 - Tabela de fertilidade de vida de *Aulacorthum solani* a 16 °C.

16°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		1,00	0,00	0,00
2		1,00	0,00	0,00
3		0,98	0,00	0,00
4		0,98	0,00	0,00
5		0,98	0,00	0,00
6		0,98	0,00	0,00
7		0,97	0,00	0,00
8		0,97	0,00	0,00
9	4,00	0,95	3,80	34,20
10	3,00	0,95	2,85	28,50
11	2,00	0,95	1,90	20,90
12	2,38	0,95	2,26	27,07
13	2,43	0,93	2,27	29,47
14	2,76	0,92	2,53	35,46
15	2,93	0,92	2,69	40,35
16	2,79	0,87	2,42	38,65
17	3,54	0,87	3,07	52,21
18	4,28	0,87	3,71	66,81
19	4,04	0,87	3,50	66,58
20	3,85	0,87	3,33	66,70
21	4,07	0,87	3,52	73,99
22	4,26	0,87	3,69	81,24
23	3,98	0,87	3,45	79,28
24	3,81	0,83	3,17	76,19
25	3,38	0,78	2,65	66,21
26	3,29	0,78	2,58	67,06
27	3,10	0,75	2,32	62,73
28	2,95	0,75	2,21	61,92
29	2,97	0,72	2,13	61,80
Continua...				

...Continuação				
30	3,03	0,70	2,12	63,58
31	2,60	0,67	1,73	53,73
32	2,09	0,55	1,15	36,80
33	1,94	0,53	1,03	34,13
34	1,97	0,48	0,95	32,32
35	1,77	0,43	0,77	26,83
36	1,65	0,42	0,69	24,78
37	1,50	0,40	0,60	22,20
38	1,26	0,38	0,48	18,40
39	0,93	0,35	0,33	12,74
40	1,27	0,35	0,45	17,82
41	1,50	0,27	0,40	16,40
42	1,00	0,25	0,25	10,50
43	1,00	0,20	0,20	8,60
44		0,12	0,00	0,00
45		0,07	0,00	0,00
46		0,05	0,00	0,00
47		0,05	0,00	0,00
48		0,03	0,00	0,00
49		0,03	0,00	0,00
50		0,03	0,00	0,00
51		0,03	0,00	0,00
52		0,03	0,00	0,00
53		0,03	0,00	0,00
54		0,03	0,00	0,00
55		0,03	0,00	0,00
56		0,03	0,00	0,00
57		0,03	0,00	0,00
58		0,03	0,00	0,00
59		0,00	0,00	0,00

ANEXO 2 - Tabela de fertilidade de vida de *Aulacorthum solani* a 19 °C.

19°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		1,00	0,00	0,00
2		1,00	0,00	0,00
3		0,93	0,00	0,00
4		0,92	0,00	0,00
5		0,92	0,00	0,00
6		0,90	0,00	0,00
7		0,88	0,00	0,00
8	4,67	0,87	4,04	32,36
9	2,93	0,85	2,49	22,40
10	3,00	0,85	2,55	25,50
11	2,98	0,85	2,53	27,85
12	3,55	0,85	3,02	36,22
13	4,00	0,85	3,40	44,20
14	4,08	0,83	3,40	47,55
15	4,64	0,83	3,87	58,02
16	4,25	0,83	3,54	56,60
17	4,31	0,83	3,59	61,03
18	4,40	0,80	3,52	63,42
19	4,18	0,72	2,99	56,87
20	4,18	0,72	3,00	59,91
21	4,02	0,72	2,88	60,50
22	3,86	0,67	2,57	56,61
23	3,62	0,67	2,41	55,46
24	3,42	0,63	2,17	52,02
25	3,16	0,63	2,00	50,02
Continua...				

...Continuação				
26	3,09	0,63	1,96	50,90
27	2,70	0,62	1,66	44,92
28	2,67	0,62	1,64	46,04
29	2,08	0,62	1,28	37,14
30	1,72	0,62	1,06	31,78
31	1,47	0,57	0,83	25,86
32	1,45	0,55	0,80	25,60
33	1,04	0,53	0,55	18,25
34	0,96	0,52	0,50	16,86
35	0,76	0,48	0,37	12,94
36	0,83	0,43	0,36	13,00
37	1,00	0,42	0,42	15,42
38	0,88	0,35	0,31	11,64
39	0,43	0,33	0,14	5,57
40	0,67	0,32	0,21	8,44
41	0,60	0,28	0,17	6,97
42	0,75	0,27	0,20	8,40
43	0,75	0,20	0,15	6,45
44	1,00	0,20	0,20	8,80
45		0,12	0,00	0,00
46		0,07	0,00	0,00
47		0,05	0,00	0,00
48		0,02	0,00	0,00
49		0,02	0,00	0,00
50		0,02	0,00	0,00
51		0,02	0,00	0,00
52		0,00	0,00	0,00

ANEXO 3 - Tabela de fertilidade de vida de *Aulacorthum solani* a 22 °C.

22°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		1,00	0,00	0,00
2		1,00	0,00	0,00
3		0,98	0,00	0,00
4		0,98	0,00	0,00
5		0,97	0,00	0,00
6	3,30	0,95	3,13	18,81
7	4,68	0,95	4,45	31,15
8	4,54	0,95	4,32	34,53
9	4,63	0,95	4,40	39,56
10	4,76	0,95	4,52	45,21
11	5,40	0,93	5,04	55,48
12	5,08	0,92	4,65	55,85
13	5,15	0,90	4,64	60,30
14	4,88	0,88	4,31	60,41
15	4,96	0,85	4,22	63,25
16	4,59	0,85	3,90	62,40
17	3,82	0,85	3,25	55,25
18	4,00	0,85	3,40	61,20
19	3,67	0,83	3,06	58,06
20	3,15	0,83	2,63	52,54
21	3,11	0,82	2,54	53,31
22	3,11	0,80	2,49	54,71
23	2,96	0,78	2,32	53,25
24	2,77	0,78	2,17	52,13
25	2,13	0,78	1,67	41,68
26	1,50	0,77	1,15	29,90
27	1,59	0,77	1,22	32,83
28	1,42	0,72	1,02	28,43
29	1,06	0,62	0,65	18,94
30	1,08	0,58	0,63	18,85
31	1,38	0,57	0,78	24,15
32	1,17	0,52	0,60	19,29
33	1,20	0,45	0,54	17,82
34	1,00	0,45	0,45	15,30
35	0,50	0,38	0,19	6,71
				Continua...

...Continuação				
36	1,00	0,37	0,37	13,20
37	0,00	0,35	0,00	0,00
38	0,00	0,30	0,00	0,00
39	1,00	0,27	0,27	10,40
40	0,00	0,22	0,00	0,00
41	1,00	0,20	0,20	8,20
42		0,17	0,00	0,00
43		0,17	0,00	0,00
44		0,15	0,00	0,00
45		0,05	0,00	0,00
46		0,03	0,00	0,00
47		0,02	0,00	0,00
48		0,02	0,00	0,00
49		0,00	0,00	0,00

ANEXO 4 - Tabela de fertilidade de vida de *Aulacorthum solani* a 25 °C.

25 °C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,97	0,00	0,00
2		0,92	0,00	0,00
3		0,88	0,00	0,00
4		0,87	0,00	0,00
5		0,82	0,00	0,00
6	4,00	0,80	3,20	19,20
7	3,00	0,80	2,40	16,80
8	2,53	0,75	1,90	15,18
9	2,50	0,72	1,79	16,12
10	2,13	0,70	1,49	14,87
11	1,86	0,70	1,31	14,36
12	2,03	0,70	1,42	17,03
13	2,11	0,68	1,44	18,78
14	1,97	0,67	1,31	18,40
15	2,06	0,65	1,34	20,07
16	1,90	0,60	1,14	18,27
17	1,30	0,60	0,78	13,22
18	1,38	0,58	0,80	14,44
19	1,06	0,55	0,58	11,03
20	0,85	0,52	0,44	8,74
21	0,83	0,52	0,43	9,04
22	0,89	0,47	0,41	9,13
23	0,75	0,45	0,34	7,76
24	0,50	0,45	0,22	5,40
25	0,33	0,38	0,13	3,19
26	1,00	0,38	0,38	9,97
27	1,00	0,37	0,37	9,90
28		0,30	0,00	0,00
29		0,27	0,00	0,00
Continua...				

...Continuação				
30		0,27	0,00	0,00
31		0,23	0,00	0,00
32		0,18	0,00	0,00
33		0,18	0,00	0,00
34		0,15	0,00	0,00
35		0,10	0,00	0,00
36		0,07	0,00	0,00
37		0,05	0,00	0,00
38		0,03	0,00	0,00
39		0,03	0,00	0,00

ANEXO 5 - Tabela de fertilidade de vida de *Aulacorthum solani* a 28 °C.

28°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		1,00	0,00	0,00
2		0,95	0,00	0,00
3		0,93	0,00	0,00
4	1,00	0,93	0,93	3,73
5	1,00	0,93	0,93	4,67
6	1,17	0,92	1,07	6,42
7	1,00	0,88	0,88	6,18
8	1,00	0,87	0,87	6,93
9	1,00	0,85	0,85	7,65
10	1,00	0,82	0,82	8,17
11		0,82	0,00	0,00
12		0,82	0,00	0,00
13		0,75	0,00	0,00
14		0,67	0,00	0,00
15		0,67	0,00	0,00
16		0,65	0,00	0,00
17		0,65	0,00	0,00
18		0,60	0,00	0,00
19		0,40	0,00	0,00
20		0,28	0,00	0,00
21		0,20	0,00	0,00
22		0,12	0,00	0,00
23		0,07	0,00	0,00
24		0,03	0,00	0,00
25		0,00	0,00	0,00

ANEXO 6 - Tabela de fertilidade de vida de *Macrosiphum euphorbiae* a 16 °C.

16°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,98	0,00	0,00
2		0,92	0,00	0,00
3		0,90	0,00	0,00
4		0,88	0,00	0,00
5		0,83	0,00	0,00
6		0,83	0,00	0,00
7		0,83	0,00	0,00
8		0,83	0,00	0,00
9		0,83	0,00	0,00
10	3,25	0,83	2,71	27,08
11	4,13	0,83	3,44	37,81
12	5,00	0,83	4,17	50,00
13	4,44	0,83	3,70	48,15
14	4,76	0,83	3,97	55,59
15	4,73	0,83	3,94	59,12
16	4,23	0,83	3,52	56,33
17	4,93	0,83	4,11	69,82
18	4,86	0,83	4,05	72,86
19	5,20	0,83	4,33	82,26
20	4,73	0,83	3,94	78,86
21	4,95	0,83	4,12	86,60
22	4,51	0,83	3,76	82,74
23	3,92	0,82	3,20	73,69
24	4,61	0,82	3,76	90,26
25	3,97	0,82	3,24	81,11
26	4,22	0,80	3,37	87,70
27	2,74	0,78	2,14	57,88
28	3,05	0,78	2,39	66,99
29	2,81	0,78	2,20	63,85
Continua...				

...Continuação				
30	3,23	0,77	2,48	74,26
31	2,97	0,77	2,28	70,60
32	2,79	0,75	2,09	66,91
33	2,55	0,70	1,78	58,87
34	1,93	0,70	1,35	46,01
35	1,44	0,70	1,01	35,22
36	1,67	0,67	1,11	40,00
37	0,67	0,58	0,39	14,39
38	1,70	0,58	0,99	37,68
39	1,00	0,55	0,55	21,45
40	1,33	0,50	0,67	26,67
41	1,00	0,38	0,38	15,72
42	0,33	0,25	0,08	3,50
43	0,07	0,22	0,01	0,62
44	1,50	0,18	0,28	12,10
45	0,00	0,15	0,00	0,00
46	0,00	0,10	0,00	0,00
47	0,00	0,08	0,00	0,00
48	0,00	0,05	0,00	0,00
49	0,00	0,03	0,00	0,00
50	0,00	0,03	0,00	0,00
51	0,00	0,03	0,00	0,00
52	0,00	0,03	0,00	0,00
53	0,00	0,03	0,00	0,00
54	0,00	0,02	0,00	0,00
55	0,00	0,02	0,00	0,00
56	0,00	0,02	0,00	0,00
57	0,00	0,00	0,00	0,00

ANEXO 8 - Tabela de fertilidade de vida de *Macrosiphum euphorbiae* a 19 °C

19°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,97	0,00	0,00
2		0,90	0,00	0,00
3		0,88	0,00	0,00
4		0,87	0,00	0,00
5		0,82	0,00	0,00
6		0,82	0,00	0,00
7		0,82	0,00	0,00
8		0,82	0,00	0,00
9	1,00	0,82	0,82	7,35
10	1,12	0,82	0,91	9,13
11	1,59	0,82	1,30	14,31
12	1,78	0,82	1,45	17,42
13	3,17	0,82	2,59	33,62
14	4,72	0,82	3,85	53,97
15	4,50	0,82	3,68	55,13
16	4,88	0,82	3,99	63,77
17	4,80	0,82	3,92	66,64
18	4,12	0,82	3,36	60,56
19	4,76	0,82	3,89	73,86
20	4,26	0,82	3,48	69,58
21	4,36	0,82	3,56	74,77
22	4,30	0,82	3,51	77,26
23	3,96	0,82	3,23	74,38
24	3,22	0,82	2,63	63,11
25	2,51	0,82	2,05	51,25
26	2,20	0,82	1,79	46,61
27	1,82	0,68	1,24	33,61
28	1,43	0,47	0,67	18,67
29	1,07	0,35	0,37	10,83
30	1,00	0,30	0,30	9,00
31	1,00	0,18	0,18	5,68
32		0,12	0,00	0,00
33		0,10	0,00	0,00
34		0,07	0,00	0,00
35		0,03	0,00	0,00
36		0,02	0,00	0,00

ANEXO 9 - Tabela de fertilidade de vida de *Macrosiphum euphorbiae* a 22 °C.

22 °C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,98	0,00	0,00
2		0,93	0,00	0,00
3		0,92	0,00	0,00
4		0,88	0,00	0,00
5		0,85	0,00	0,00
6		0,85	0,00	0,00
7	3,33	0,85	2,83	19,83
8	4,45	0,85	3,79	30,29
9	5,73	0,85	4,87	43,81
10	6,11	0,85	5,20	51,97
11	6,21	0,85	5,28	58,09
12	6,15	0,85	5,23	62,75
13	5,31	0,85	4,51	58,69
14	5,72	0,85	4,86	68,08
15	6,07	0,85	5,16	77,41
16	5,90	0,85	5,01	80,21
17	4,59	0,85	3,90	66,32
18	4,74	0,83	3,95	71,14
19	3,75	0,82	3,06	58,19
20	3,09	0,80	2,47	49,39
21	3,59	0,68	2,45	51,49
22	2,87	0,63	1,82	39,94
23	3,00	0,58	1,75	40,25
24	3,00	0,43	1,30	31,20
25	1,62	0,27	0,43	10,77
26	2,00	0,22	0,43	11,27
27	1,30	0,15	0,20	5,27
28	1,00	0,07	0,07	1,87
29	1,00	0,02	0,02	0,48
30	2,00	0,02	0,03	1,00
31	1,17	0,02	0,02	0,60
32	1,50	0,02	0,03	0,80
33		0,00	0,00	0,00

ANEXO 10 - Tabela de fertilidade de vida de *Macrosiphum euphorbiae* a 25 °C.

25 °C	35	0,00	0,07	0,00	0,00
x(dias)	36	mx 1,00	lx 0,05	mx.lx 0,05	mx.lx.x 0,80
37			0,00	0,00	0,00
38			0,00	0,00	0,00
3			0,82	0,00	0,00
4			0,78	0,00	0,00
5			0,78	0,00	0,00
6			0,73	0,00	0,00
7	1,60		0,72	1,15	8,03
8	2,09		0,72	1,50	11,99
9	2,10		0,72	1,50	13,51
10	1,90		0,72	1,36	13,59
11	1,74		0,72	1,25	13,74
12	2,03		0,72	1,45	17,43
13	2,14		0,72	1,53	19,89
14	2,14		0,72	1,53	21,42
15	2,00		0,72	1,43	21,50
16	1,83		0,68	1,25	19,99
17	1,73		0,68	1,18	20,07
18	1,52		0,67	1,01	18,21
19	1,33		0,65	0,87	16,47
20	1,27		0,62	0,78	15,65
21	0,91		0,53	0,49	10,23
22	1,15		0,53	0,61	13,49
23	0,59		0,48	0,28	6,54
24	0,57		0,40	0,23	5,49
25	0,54		0,35	0,19	4,71
26	0,50		0,32	0,16	4,12
27	0,56		0,30	0,17	4,50
28	0,83		0,23	0,19	5,44
29	0,25		0,20	0,05	1,45
30	0,50		0,13	0,07	2,00
31	0,67		0,12	0,08	2,41
32	0,67		0,12	0,08	2,49
33	1,00		0,10	0,10	3,30
34	0,50		0,08	0,04	1,42

ANEXO 11 - Tabela de fertilidade de vida de *Macrosiphum euphorbiae* a 28 °C.

28°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,82	0,00	0,00
2		0,70	0,00	0,00
3		0,57	0,00	0,00
4		0,57	0,00	0,00
5		0,48	0,00	0,00
6		0,47	0,00	0,00
7		0,45	0,00	0,00
8		0,42	0,00	0,00
9		0,42	0,00	0,00
10		0,42	0,00	0,00
11	1,00	0,42	0,42	4,58
12	1,06	0,42	0,44	5,29
13	1,25	0,42	0,52	6,77
14	1,52	0,42	0,63	8,87
15	1,72	0,42	0,72	10,75
16	1,80	0,42	0,75	12,00
17	1,88	0,42	0,78	13,32
18	1,84	0,42	0,77	13,80
19	1,50	0,42	0,63	11,88
20	1,33	0,42	0,56	11,11
21	0,92	0,42	0,38	8,02
22	0,90	0,38	0,35	7,59
23	1,00	0,33	0,33	7,67
24		0,20	0,00	0,00
25		0,18	0,00	0,00
26		0,15	0,00	0,00
27		0,05	0,00	0,00
28		0,00	0,00	0,00

ANEXO 11 - Tabela de fertilidade de vida de *Uroleucon ambrosiae* a 16 °C.

16°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,95	0,00	0,00
2		0,92	0,00	0,00
3		0,90	0,00	0,00
4		0,90	0,00	0,00
5		0,90	0,00	0,00
6	1,00	0,90	0,90	5,40
7	3,00	0,90	2,70	18,90
8	2,33	0,88	2,06	16,49
9	2,22	0,85	1,89	17,00
10	2,69	0,85	2,29	22,88
11	2,65	0,85	2,25	24,75
12	3,03	0,85	2,57	30,85
13	3,63	0,85	3,08	40,09
14	4,02	0,85	3,42	47,86
15	3,96	0,85	3,36	50,43
16	3,64	0,85	3,10	49,56
17	3,78	0,85	3,21	54,59
18	3,48	0,85	2,96	53,20
19	3,50	0,85	2,97	56,52
20	3,53	0,85	3,00	60,09
21	2,98	0,85	2,53	53,11
22	2,85	0,82	2,32	51,14
23	2,64	0,77	2,02	46,53
24	2,76	0,77	2,11	50,74
25	2,67	0,77	2,04	51,11
26	2,48	0,75	1,86	48,44
27	2,03	0,72	1,46	39,34
28	2,18	0,68	1,49	41,68
29	2,04	0,68	1,39	40,34
				Continua...

..Continuação				
30	2,00	0,68	1,37	41,00
31	1,96	0,68	1,34	41,55
32	1,79	0,65	1,16	37,27
33	1,71	0,65	1,11	36,64
34	1,73	0,65	1,12	38,17
35	1,42	0,63	0,90	31,50
36	1,36	0,62	0,84	30,13
37	1,50	0,57	0,85	31,45
38	1,00	0,57	0,57	21,53
39	1,00	0,57	0,57	22,10
40	1,00	0,53	0,53	21,33
41	1,00	0,52	0,52	21,18
42	1,00	0,52	0,52	21,70
43		0,48	0,00	0,00
44		0,47	0,00	0,00
45		0,45	0,00	0,00
46		0,45	0,00	0,00
47		0,43	0,00	0,00
48		0,43	0,00	0,00
49		0,42	0,00	0,00
50		0,40	0,00	0,00
51		0,37	0,00	0,00
52		0,20	0,00	0,00
53		0,03	0,00	0,00
54		0,03	0,00	0,00
55		0,03	0,00	0,00
56		0,02	0,00	0,00
57		0,02	0,00	0,00
58		0,00	0,00	0,00

ANEXO 12 - Tabela de fertilidade de vida de *Uroleucon ambrosiae* a 19 °C.

19 °C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		1,00	0,00	0,00
2		1,00	0,00	0,00
3		1,00	0,00	0,00
4		1,00	0,00	0,00
5		1,00	0,00	0,00
6		0,93	0,00	0,00
7		0,93	0,00	0,00
8	3,00	0,93	2,80	22,40
9	2,50	0,92	2,29	20,62
10	2,06	0,92	1,89	18,87
11	3,44	0,90	3,09	34,03
12	4,09	0,88	3,61	43,32
13	4,52	0,88	3,99	51,91
14	4,33	0,87	3,76	52,58
15	3,96	0,83	3,30	49,48
16	4,32	0,80	3,46	55,29
17	3,91	0,80	3,13	53,22
18	4,27	0,73	3,13	56,40
19	3,37	0,68	2,30	43,70
20	3,37	0,67	2,25	44,95
21	3,07	0,58	1,79	37,59
22	2,88	0,47	1,35	29,62
23	2,76	0,47	1,29	29,62
24	2,21	0,43	0,96	22,97
25	2,40	0,38	0,92	23,00
26	2,47	0,32	0,78	20,31
27	3,25	0,28	0,92	24,86
28	1,89	0,22	0,41	11,46
29	1,50	0,18	0,27	7,97
30	1,50	0,15	0,22	6,75
31	4,00	0,10	0,40	12,40
32		0,07	0,00	0,00
33		0,07	0,00	0,00
34		0,05	0,00	0,00
35		0,00	0,00	0,00

ANEXO 13 - Tabela de fertilidade de vida de *Uroleucon ambrosiae* a 22 °C.

22°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,98	0,00	0,00
2		0,95	0,00	0,00
3		0,93	0,00	0,00
4		0,90	0,00	0,00
5		0,90	0,00	0,00
6		0,87	0,00	0,00
7	5,00	0,87	4,33	30,33
8	4,00	0,83	3,33	26,67
9	3,46	0,83	2,88	25,96
10	4,87	0,77	3,73	37,31
11	4,11	0,73	3,02	33,19
12	4,56	0,68	3,12	37,38
13	4,36	0,67	2,91	37,80
14	4,97	0,63	3,15	44,09
15	4,41	0,60	2,64	39,65
16	5,22	0,57	2,96	47,35
17	4,78	0,50	2,39	40,61
18	4,88	0,48	2,36	42,45
19	4,28	0,43	1,86	35,25
20	4,16	0,42	1,73	34,68
21	3,78	0,42	1,57	33,06
22	3,12	0,40	1,25	27,42
23	2,92	0,37	1,07	24,60
24	3,48	0,35	1,22	29,20
25	3,19	0,30	0,96	23,91
26	2,54	0,23	0,59	15,40
27	3,09	0,20	0,62	16,69
28	3,00	0,10	0,30	8,40
29	4,00	0,07	0,27	7,73
30	2,00	0,07	0,13	4,00
31	2,33	0,03	0,08	2,41
32		0,00	0,00	0,00

ANEXO 14 - Tabela de fertilidade de vida de *Uroleucon ambrosiae* a 25 °C.

25 °C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,95	0,00	0,00
2		0,83	0,00	0,00
3		0,82	0,00	0,00
4		0,78	0,00	0,00
5		0,77	0,00	0,00
6		0,77	0,00	0,00
7		0,77	0,00	0,00
8	2,63	0,75	1,97	15,75
9	3,18	0,75	2,38	21,44
10	4,05	0,75	3,04	30,39
11	3,67	0,73	2,69	29,58
12	3,07	0,72	2,20	26,37
13	2,89	0,72	2,07	26,91
14	3,08	0,68	2,10	29,44
15	2,40	0,67	1,60	24,00
16	2,64	0,62	1,63	26,01
17	2,95	0,58	1,72	29,23
18	2,60	0,48	1,26	22,62
19	1,70	0,45	0,76	14,53
20	1,83	0,42	0,76	15,28
21	1,60	0,38	0,61	12,88
22	2,00	0,33	0,67	14,67
23	1,25	0,33	0,42	9,58
24	2,75	0,32	0,87	20,90
25	2,33	0,22	0,51	12,64
26	2,33	0,18	0,43	11,12
27	1,00	0,17	0,17	4,50
28	1,00	0,12	0,12	3,27
29	1,00	0,10	0,10	2,90
30		0,05	0,00	0,00
31		0,00	0,00	0,00

ANEXO 15 - Tabela de fertilidade de vida de *Uroleucon ambrosiae* a 28 °C.

28°C				
x(dias)	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
1		0,87	0,00	0,00
2		0,77	0,00	0,00
3		0,77	0,00	0,00
4		0,73	0,00	0,00
5		0,67	0,00	0,00
6		0,62	0,00	0,00
7		0,58	0,00	0,00
8		0,48	0,00	0,00
9		0,45	0,00	0,00
10		0,43	0,00	0,00
11	3,00	0,37	1,10	12,10
12	1,50	0,35	0,52	6,30
13	2,00	0,28	0,57	7,37
14	2,00	0,20	0,40	5,60
15	1,17	0,18	0,21	3,21
16	1,40	0,12	0,16	2,61
17	1,00	0,08	0,08	1,42
18	0,00	0,07	0,00	0,00
19	1,00	0,07	0,07	1,27
20		0,07	0,00	0,00
21		0,05	0,00	0,00
22		0,03	0,00	0,00
23		0,02	0,00	0,00
24		0,00	0,00	0,00
25		0,00	0,00	0,00
26		0,00	0,00	0,00
27		0,00	0,00	0,00
28		0,00	0,00	0,00
29		0,00	0,00	0,00
30		0,00	0,00	0,00